



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

HENRI OLLI

NOSTOSIIRTOVAUNUJEN TUOTETIEDON HALLINNAN KEHITYS

Diplomityö

Tarkastajat: Professori Kari T.  
Koskinen, yliopistonlehtori Antti  
Pulkkinen. Tarkastajat ja aihe  
hyväksytty Teknisten tieteiden  
tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
4. marraskuuta 2015

## TIIVISTELMÄ

**Henri Olli:** Nostosiirtovaunujen tuotetiedon hallinnan kehitys

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 70 sivua, 1 liitesivu

Joulukuu 2015

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotekehitys

Tarkastajat: Professori Kari Koskinen, yliopistonlehtori Antti Pulkkinen

**Avainsanat:** PDM, PLM, tuotetiedon hallinta, nostosiirtovaunu, dokumenttien hallinta, loppukokoonpano, dokumenttien jakaminen

Tuotannon ja etenkin loppukokoonpanon ulkoistaminen on viime aikoina kasvattanut suosiotaan merkittävästi. Tämä diplomityö on tehty yritykselle, joka valmistaa pääasiassa nostosiirtovaunuja. Kohdeyritys on kokoonpanotyön ulkoistamisprojektin myötä havainnut puutteita tuotetiedon hallinnassa. Tässä diplomityössä perehdytään erityisesti siihen, miten ja mitä tuotetietoa tulisi jakaa kohdeyrityksen ja ulkoisen loppukokoonpanon välillä. Lisäksi etsitään jaettavan tuotetiedon laatuun vaikuttavia ongelmakohtia kohdeyrityksen sisältä sekä esitellään ratkaisuehdotuksia niihin.

Työn teoriaosuudessa tarkastellaan tuotetiedon hallinnan perusominaisuuksia, esitellään sen järjestelmäarkkitehtuuria sekä tarkastellaan dokumenttien jakamiseen erilaisia ratkaisuja. Luvussa 3 esitellään diplomityössä käytetyt tutkimusmenetelmät, jotka olivat toiminta- ja kirjallisuustutkimus. Seuraavassa osiossa esitellään pohjatietoa kohdeyrityksen nykyisistä toimintatavoista ja tuotetiedon hallinnasta. Esitetyt asiat antavat yleisen kuvan nykyisestä ulkoistamiskonseptista ja toimivat ohjaavana tekijänä myös tehdyissä kehitysehdotuksissa. Luvussa 5 esitellään tässä työssä tutkittavat ongelmakohdat yksityiskohtaisemmin ja pohditaan niiden syitä ja vaikutuksia. Tämän jälkeen pohditaan kehitysehdotuksia esiteltyihin ongelma-kohtiin sekä pohditaan mitä ominaisuuksia esitetyt kehitysehdotukset vaatisivat erityisesti PDM-järjestelmältä. Luvussa 7 esitellään tarvittavat järjestelmäprojektit. Viimeiseksi tehdään yhteenveto työstä ja arvioidaan työn onnistumista.

Työn tuloksena saadaan kehitysehdotukset: miten kohdeyrityksen kannattaisi jakaa tuotetietoa ulkoiseen loppukokoon, mitä tuotetietoa sinne tulisi siirtää, jotta kokoonpano niiden avulla onnistuu sekä kehitysehdotuksia asioihin, jotka tällä hetkellä heikentävät jaettavan tuotetiedon laatua. Työssä esitellään myös miten PDM- ja ERP-järjestelmää tulee kehittää, jotta edellä mainitut kehitysehdotukset on mahdollista toteuttaa.

## ABSTRACT

**Henri Olli:** PDM Development for Lifting Trailers

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 70 pages, 1 Appendix page

December 2015

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Product Development

Examiner: Professor Kari Koskinen, Lecturer Antti Pulkkinen

**Keywords:** PDM, PLM, product data management, lifting trailer, final assembly, document management, document distribute

Outsourcing of production and especially of final assembly has significantly increased its popularity in recent times. This thesis was made for a company that mainly produces lifting trailers. During outsourcing process the company noticed some clear lack of product data management between the company and the external final assembly supplier. The main focus is on how the company should distribute product data to external final assemblies and what kind of product data is necessary to be shared with them. Also studied are the company's internal PDM problems and introduced suggestions to solve those problems.

The thesis starts with literature study where basic theories of PDM, system architectures and document distribution models are introduced. After this the research methods are presented, which were activity and literature analysis. In section 4 the company's current procedures and PDM solutions are introduced. They give a general image of the current outsourcing concept and also act as a guiding factor in development suggestions. After this the detected PDM related problems are introduced more closely. In section 6 the development suggestions are presented and there is also discussion about the effects, especially concerning the PDM system. In section 7 the necessary system development projects are explained. In the last part the summary and the result of the study are presented.

As a result of the thesis the PDM development suggestions are presented. Especially how and what kind of product data the company should distribute to external final assembly suppliers. Also explained is how the company's PDM and ERP systems should improve so that the introduced PDM development suggestions are possible to bring into use.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin nostosiirtovaunuja valmistavalle yritykselle. Työn aiheena oli nostosiirtovaunuihin liittyvän tuotetiedon hallinnan kehitys ja työ toteutettiin perehdytykset mukaan luettuna 1.4.2015–31.12.2015 välisellä ajanjaksolla.

Tahdon kiittää kaikkia niitä, jotka ovat omalta osaltaan vaikuttaneet tämän diplomityön valmistumiseen. Projektin oli mielenkiintoinen ja todella opettavainen. Kohdeyrityksestä haluan erityisesti kiittää Olli Mäkistä sekä työtä ohjannutta Ari Siintoharjaa. Kiitoksia myös Eero Postille sekä Anne Koivuselle tähän työhön liittyneistä neuvoista. Yliopiston puolelta haluan kiittää professori Kari Koskista sekä Antti Pulkista, jotka ohjasivat ja tarkastivat työni. Lisäksi kiitokset kaikille niille, jotka osallistuivat tämän työn toteuttamiseen tavalla tai toisella.

Suurimmat kiitokset vanhemmilleni, että olette tukeneet minua opiskelu-urani joka vaiheessa. Kiitoksia myös avovaimolleni Laura Eerolalle tuesta ja vinkeistä tämän työn viimeistelyssä.

Erikseen haluan vielä kiittää opiskelutovereitani. Hyvällä porukalla taisteltiin kursseista läpi!

Tampereella, 22.12.2015

*Henri Olli*

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Kohdeyrityksen ja tuotteen esittely .....	1
1.2	Diplomityön tavoitteet ja rajaukset .....	3
1.3	Diplomityön rakenne .....	3
2.	TUOTETIEDON HALLINTAAN LIITTYVÄT KÄSITTEET JA TYÖKALUT ...	5
2.1	PLM ja PDM määritelmä .....	5
2.2	Tuotetiedon hallinnan perustoiminnot .....	6
2.2.1	Nimikkeiden hallinta .....	8
2.2.2	Dokumenttien hallinta .....	9
2.2.3	Rakenteiden hallinta .....	11
2.2.4	Muutosten hallinta ja työnkulku .....	12
2.3	Järjestelmät ja niiden arkkitehtuuri .....	14
2.3.1	PLM-järjestelmä ja sen arkkitehtuuri .....	14
2.3.2	PDM-järjestelmä ja sen arkkitehtuuri .....	15
2.4	Dokumenttien jakaminen yhteistyökumppaneille .....	16
2.4.1	Extranet .....	17
2.4.2	Sähköposti .....	18
2.4.3	Virtuaalinen erillisverkko .....	18
2.4.4	Tiedonsiirtoprotokolla .....	19
2.4.5	Tiedostojen jakaminen erillisessä pilvipalvelussa .....	20
2.5	Laadunhallinta ja jäljitettävyys .....	20
3.	DIPLOMITYÖSSÄ KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT .....	23
3.1	Toimintatutkimus .....	23
3.2	Teorian ja käytännön yhdistämiseen käytetty menetelmä .....	24
3.2.1	Aineiston keruu .....	25
3.2.2	Aineiston analysointi .....	27
4.	KOHDEYRITYKSEN NYKYTILANNEANALYYSI .....	29
4.1	Kohdeyrityksen toimintatavat .....	29
4.1.1	Kun koko tuote valmistetaan Suomessa .....	29
4.1.2	Kun loppukokoonpano ulkomailla .....	30
4.2	Käytössä olevat järjestelmät ja niiden väliset integraatiot .....	31
4.3	Kohdeyrityksen tavoitteet .....	33
5.	KOHDEYRITYKSEN TUOTETIEDON HALLINNAN KEHITYSKOhteiden ESITTELY JA ANALYSOINTI .....	34
5.1	Tuotetiedon hallinnan SWOT-analyysi .....	34
5.2	Nostosiirtovaunun tuotetiedon jakaminen kohdeyrityksen sisällä sekä ulkoiseen käyttöön .....	35
5.2.1	Tuotetiedon kulku kohdeyrityksessä .....	36
5.2.2	Tuotetiedon kulku kohdeyrityksen ja ulkoisen toimittajan välillä .....	37

5.3	Dokumentit ja niiden hallinta.....	38
5.3.1	Ulkoiseen loppukokoonpanoon jaettava tuotetieto .....	39
5.3.2	Projektikohtainen tuotetiedon hallinta .....	39
5.3.3	Muutosten hallinta.....	40
5.3.4	Tiedon jäljitettävyyys.....	41
5.3.5	Järjestelmät ja niiden väliset integraatiot .....	42
5.4	Suunnittelutiedon laatuun vaikuttavat ongelmakohdat .....	43
5.4.1	Yleinen suunnittelukäytäntö .....	43
5.4.2	Suunnittelutarkkuus .....	45
5.4.3	Valmiiden suunnitelmien tarkastus ja hyväksyntä.....	45
6.	KEHITYSEHDOTUKSET KOHDEYRITYKSEN TUOTETIEDON HALLINTAAN.....	46
6.1	Tarvittavat muutokset yrityksen tuotetiedon hallintaan .....	46
6.1.1	Dokumenttien hallinta.....	46
6.1.2	Käyttäjähallinta .....	48
6.1.3	Muutosten hallinta.....	49
6.1.4	Suunnittelutiedon laadun parantaminen.....	50
6.1.5	järjestelmien väliset integraatiot .....	51
6.2	Tuotetiedon jakaminen ulkoiseen käyttöön.....	52
6.2.1	Tuotetiedon jakamisvaihtoehtojen esittely.....	53
6.2.2	Jakotavan valinta.....	54
6.3	Ulkoiseen käyttöön jaettava suunnittelu- ja tuotetieto .....	57
6.4	Kehitysehdotusten vaikutukset tiedon jakamisen kaavioihin.....	58
7.	TARVITTAVIEN JÄRJESTELMÄPROJEKTIEN ARVIOINTI.....	62
7.1	Tarvittavien projektien hinta-hyötysuhteen arvioimista .....	62
7.2	Muita havaittuja kehityskohteita .....	63
8.	YHTEENVETO .....	64
	LÄHTEET.....	66
	YRITYKSEN SISÄISET HAASTATTELUT.....	69
	MUUT LÄHTEET .....	70

## LIITE A: SUUNNITTELUN JA KOKOONPANON VÄLINEN PROSESSIKUVAUS

## KUVALUETTELO

<i>Kuva 1. Valmis nostosiirtovaunu. (Villanen 2015a, s.49)</i> .....	2
<i>Kuva 2. Nostosiirtovaunun toimintaperiaate.</i> .....	2
<i>Kuva 3. Tuotteen elinkaari (PLC). (Crnkovic et al. 2002, s.7)</i> .....	6
<i>Kuva 4. PDM:n tuki koko tuotteen elinkaarelle. (Mukaillen, Crnkovic et al. 2002, s.21; Peltonen et al. 2002, s.9)</i> .....	7
<i>Kuva 5. PDM osa-alueet. (Sääksvuori &amp; Immonen 2008, s.15)</i> .....	8
<i>Kuva 6. Esimerkki tilakaaviosta (Peltonen et al. 2002, s.72)</i> .....	12
<i>Kuva 7. Muutoksen hallintaprosessi. (Sääksvuori &amp; Immonen 2002, s.39)</i> .....	13
<i>Kuva 8. Esimerkki PLM arkkitehtuurista. (Mukaillen, Sääksvuori &amp; Immonen 2002, s.62)</i> .....	14
<i>Kuva 9. PDM-järjestelmän arkkitehtuurimalli. (mukaillen, Sääksvuori &amp; Immonen 2008, s.19)</i> .....	16
<i>Kuva 10. VPN-yhteyden toimintaperiaate. (Feilner &amp; Graf 2009, s.11)</i> .....	19
<i>Kuva 11. FTP toimintaperiaate. (Oracle 2010)</i> .....	19
<i>Kuva 12. Tuoteyksikön jäljitettävyyteen liittyvät tiedot. (Sääksvuori &amp; Immonen 2002, s.119)</i> .....	22
<i>Kuva 13. Tutkimuksen sykli. (Heikkinen et al. 2007, s.79)</i> .....	24
<i>Kuva 14. Teorian ja käytännön yhdistämisen kaavio. (Mukaillen, Harlou &amp; Mortensen 2006, s.25)</i> .....	25
<i>Kuva 15. Toimintatutkimuksen spiraali. (Heikkinen et al. 2007, s.81)</i> .....	26
<i>Kuva 16. Tilaus-toimitusprosessi. (Villanen 2015a, s.35)</i> .....	31
<i>Kuva 17. Nykyiset järjestelmien väliset integraatiot</i> .....	32
<i>Kuva 18. Yrityksen tuotetiedon hallinnan SWOT</i> .....	35
<i>Kuva 19. Tuotetiedon kulku kohdeyrityksessä.</i> .....	36
<i>Kuva 20. Tuotetiedon kulku ulkoiselle toimittajalle ja sieltä takaisin.</i> .....	38
<i>Kuva 21. Kohdeyrityksen sisäinen reklamaatioprosessi. (Kohdeyritys 2015)</i> .....	40
<i>Kuva 22. Tiedonkulku ERP-järjestelmään.</i> .....	42
<i>Kuva 23. Tuote tilauksesta tuotantoon (1/3). (Kohdeyritys, 2012)</i> .....	44
<i>Kuva 24. Dokumenttien jakelu. (Modultek palaveri 2015)</i> .....	47
<i>Kuva 25. Malli tiedon tallennukseen.</i> .....	47
<i>Kuva 26. M-Files ratkaisu. (M-Files 2015)</i> .....	48
<i>Kuva 27. Aton muutoshallinta. (Aton 2015)</i> .....	50
<i>Kuva 28. Järjestelmien välinen integraatiomalli.</i> .....	52
<i>Kuva 29. Tiedon jakaminen kohdeyrityksessä.</i> .....	59
<i>Kuva 30. Tiedon jakaminen ulkoiselle toimittajalle</i> .....	60

## TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Tyypillisimpiä nimikkeitä (Peltonen et al. 2002, s.15).....</i>	<i>8</i>
<i>Taulukko 2. Erilaisia dokumenttimalleja (Peltonen et al. 2002, s.48).....</i>	<i>10</i>
<i>Taulukko 3. Selainpohjaisten kanavien vertailu. (Kaario &amp; Peltola 2008, s.50) .....</i>	<i>17</i>
<i>Taulukko 4. Kohdeyriityksen nykyiset ohjelmakohtaiset lisenssit.....</i>	<i>33</i>
<i>Taulukko 5. Tiedonjakotapojen pisteytys. ....</i>	<i>55</i>
<i>Taulukko 6. Tiedonsiirtotapojen pisteytys painokertoimineen.....</i>	<i>57</i>



## LYHENTEET JA MERKINNÄT

As-build	(Rakenne) valmistuksen mukainen
As-design	(Rakenne) suunnitelman mukainen
Benchmark	Vertailuanalyysi
BOM	Osaluettelo (Bill of Materials)
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer Aided Design)
CRM	Asiakkuudenhallinta (Customer Relationship Management)
CTO	Tilauskohtaisesti konfiguroitu tuote (Configure-to-order)
E3	Tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto automaattisuunnitteluun
ECN	Muutosilmoitus (Engineering Change Note)
ECO	Muutosmääräys (Engineering Change Order)
ECP	Muutosehdotus (Engineering Change Proposal)
ECR	Muutospyyntö (Engineering Change Request)
EDM	Suunnittelutiedon hallinta (Engineer Data Management)
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning)
ETO	Tilauskohtaisesti suunniteltu tuote (Engineer-to-order)
FTP	Tiedonsiirtomenetelmä (File Transfer Protocol)
ISO 9001	Standardi ja johtamismalli, joka perustuu jatkuvan parantamisen periaatteeseen
Kvalitatiivinen tutkimus	Laadullinen tutkimus

PDF	Ohjelmistoriippumaton tiedostomuoto (Portable Document Format)
PDM	Tuotetiedon hallinta (Product Data Management)
PLC	Tuotteen elinkaari (Product Life Cycle)
PLM	Tuotteen elinkaaren hallinta (Product Lifecycle Management)
SCM	Toimitusketjujen ja logistiikan hallintajärjestelmä (Supply Chain management)
SolidPDM	Modulitekin Aton-tuoteperheeseen kuuluva PDM-järjestelmä, jonne varastoidaan suunnittelutietoa.
SolidWorks	Tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto pääasiassa mekaniikkasuunnitteluun
URL	Merkkijono, jolla kerrotaan tietyn tiedon paikka (Uniform Resource Locator)
VPN	Virtuaalinen erillisverkko (Virtual Private Network)
WCM	WWW-sivujen sisällönhallinta (Web Content Management)

# 1. JOHDANTO

Tuotetiedon ja tuotteen elinkaaren hallinta on nykyään erittäin suuressa roolissa kasvavissa ja suurissa yrityksissä. Yritysten välisissä verkostoissa tuotetiedon hallinnan rooli vielä korostuu entisestään. Monet länsimaiset yritykset ovat ainakin osittain ulkoistaneet joitain tuotannon vaiheita ulkomaille, joka asettaa tuotetiedon yksiselitteisyyden ja laadun vielä kriittisempään asemaan. Hyvin toteutetulla tuotetiedon hallinnalla yritykset voivat säästää paljon kuluissa, koska tiedon etsintään kuluu vähemmän aikaa.

Tuotetieto on tarpeellista tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Tuotekehitys tuottaa tuotetietoa, jota esimerkiksi tuotanto käyttää: hankintoihin, valmistukseen ja kokoonpanoon. Ilman laadukasta tuotetietoa kyseisten toimintojen suorittaminen muuttuisi miltei mahdottomaksi. Tuotetiedon avulla myös tuotteeseen liittyvät jälkimarkkinat, kuten laitteiden huoltotoiminta, ovat paljon helpommin hallittavissa.

Tämän diplomityön kohteena on Suomessa nostosiirtovaunuja valmistava pk-yritys. Konserni sai talvella 2014–2015 Yhdysvalloista ison tilauksen, minkä loppukokoonpano päätettiin tehdä asiakkaan läheisyydessä kustannussäästöjen takia. Suunnittelu ja laitteiden osien kokoaminen moduuleiksi tapahtui Suomessa kohdeyrityksessä. Kyseisen tilauksen myötä yritys joutui muuttamaan toimintatapojaan paljon normaaleista, jotta virheitä ei sattuisi missään vaiheessa tilaus-toimitusprosessia. Käytetty toimintatapa toimi kohtuullisesti, mutta vei normaaleihin prosesseihin verrattuna huomattavasti enemmän aikaa. Projektin aikana havaittiin selkeä tarve kohdeyrityksen tuotetiedon hallinnan kehittämiseen.

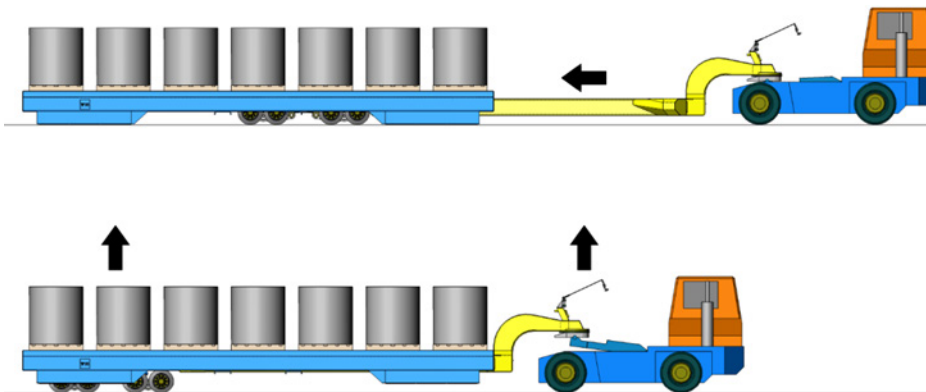
## 1.1 Kohdeyrityksen ja tuotteen esittely

Tämän diplomityön kohteena on Suomessa nostosiirtovaunuja (kuva 1) ja teollisuuslukkeja valmistava pk-yritys. Yritys on osa isompaa norjalaista konsernia. Konsernissa valmistetaan laitteita meri-, satama- ja teollisuuskäyttöön ja se on johtava yritys markkinasegmentillään. Kohdeyrityksellä on laajat vapaudet toimintansa toteuttamisessa, eikä konsernilta ole tullut painetta konseptoida kohdeyrityksen PDM-järjestelmää yhtenäiseksi konsernin muiden solujen kanssa. Yksi syistä, miksi järjestelmää ei ole muutettu muiden konsernin solujen järjestelmiä vastaaviksi, on se, että kohdeyrityksen toimintatavat ovat niin erilaiset.



**Kuva 1. Valmis nostosiirtovaunu. (Villanen 2015a, s.49)**

Nostosiirtovaunuja pyritään valmistamaan standardimittaisina ja -mallisina, mutta todellisuudessa suurimpaan osaan nostosiirtovaunuista joudutaan tekemään asiakaskohtaista räätälöintiä. Nostosiirtovaunu toimii pääperiaatteeltaan samoin, kuin käsikäyttöinen haarukkavaunu. Nostosiirtovaunu kuitenkin sisältää paljon automaattioratkaisuja, jotka helpottavat sen käyttämistä. Kuvassa 2 on nähtävissä nostosiirtovaunun toimintaperiaate.



**Kuva 2. Nostosiirtovaunun toimintaperiaate.**

Vaunu peruutetaan kuormalavan alle ja nostetaan ilmaan hydraulisesti. Tämän jälkeen kyseistä lavaa pystytään liikuttamaan haluttuun paikkaan. Kun lava on halutussa paikassa, lasketaan vaunu hydraulikalla ja ajetaan vaunu pois, jolloin lava jää kyseiselle paikalle. Kyseisellä tekniikalla pystytään kuljettamaan myös todella raskaita lasteja, kuten esimerkiksi teräskeloja, paperirullia ja kontteja. Vaunumallista riippuen vaunulla pystytään nostamaan 50–200 tonnin kuormaa kerrallaan. Vaunua vedetään siihen suunnitellulla vetotraktorilla, jonka asiakkaat ostavat erikseen. Kyseisen kuljetustyylin

vahvuutena on myös se, että itse tuote lepää koko ajan lavan päällä. Tällöin kuljetusten tuottamat vauriot tuotteeseen pystytään minimoimaan. Vaunussa on noston ja laskun lisäksi hydraulikan avulla kääntyvät telit, jotka auttavat kuljettajaa vaunun peruutuksessa lavan alle sekä rajoittavat käyttäjää käyttämästä laitetta väärin. Siirtovaunu on osittain modulaarinen tuote, jossa rungon koko ja telien lukumäärä vaihtelevat tarvittavan siirtokapasiteetin mukaan.

## 1.2 Diplomityön tavoitteet ja rajaukset

Tämä diplomityö on tehty yritykseen, joka toimii konsernin alaisuudessa. Konserni ei kuitenkaan ole vaatinut kohdeyritystä muuttamaan toimintatapoja tai järjestelmiä yhdenmukaisiksi muun konsernin kanssa. Tämän työn tavoitteena ei ole mukauttaa tuotetiedon hallintaa konsernin mallin mukaiseksi. Tässä diplomityössä tutkitaan tuotetiedon hallinnan kehitysratkaisuja pelkästään kohdeyrityksen tarpeisiin nostosiirtovaunuissa. Kohdeyrityksessä valmistetaan myös teollisuuslukkeja, mutta niiden tuotetiedonhallinnan kehitys ei kuulu tämän työn tavoitteisiin. Erityisesti nostosiirtovaunun ulkoistetun loppukokoonpanon tuotetiedon hallintaan tulisi suunnitella toimiva ratkaisu kohdeyrityksen ja ulkoisen toimittajan välille. Laadukkaan tuotetiedon tuottaminen ulkoistettuun loppukokoonpanoon vaatii kuitenkin muutoksia myös yrityksen sisäisiin toimintatapoihin ja käytettäviin järjestelmiin.

Jotta diplomityön tavoitteet täytyisivät, tulisi tässä työssä määritellä vastaukset seuraaviin kolmeen (3) kysymykseen:

- Miten tuote- ja suunnittelutietoa tulisi jakaa kohdeyrityksen ja ulkoistetun loppukokoonpanon välillä?
- Mitä tuote- ja suunnittelutietoa tulisi jakaa kohdeyrityksen ja ulkoistetun loppukokoonpanon välillä?
- Mitä ongelmia on kohdeyrityksen tuote- ja suunnittelutiedon hallinnassa, jotka ovat kriittisiä ulkoisen loppukokoonpanon toimivuuden kannalta ja miten ne voitaisiin korjata?

Tuote- ja suunnittelutiedolla tarkoitetaan tässä työssä kaikkea sellaista tietoa, jota kokoonpanijat tarvitsevat nostosiirtovaunun kokoonpanossa. Tästä eteenpäin niistä käytetään vain yleistävää nimitystä ”tuotetieto”. Tutkittavaa aihetta lähestytään erityisesti suunnittelun ja tuotannon näkökulmasta.

## 1.3 Diplomityön rakenne

Johdannon jälkeen esitellään yleistä teoriaa erityisesti tuotetiedon hallinnasta. Teoriaosuuteen on valittu sellaisia tuotetiedon hallinnan osia, jotka liittyvät yrityksessä havaittuihin ongelma- ja kehityskohteisiin. Luvussa 3 esitellään diplomityössä käytetyt

tutkimusmenetelmät. Tämän jälkeen esitellään yrityksen nykyisiä toimintatapoja lyhyesti. Nykyiset toimintatavat toimivat myös pohjana ja ohjaavana tekijänä kehitysehdotuksille. Luvun 5 alussa tarkastellaan yrityksen tuotetiedon hallintaa SWOT-analyysin avulla. Tämän jälkeen luvussa esitellään esiin nousseita kehityskohteita tarkemmin. Luvussa 6 pohditaan ja esitellään kehitysehdotuksia luvussa 5 esiteltyihin kehityskohteisiin. Kehitysehdotusten pohjana on käytetty kirjallisuustutkimuksen avulla saatua teoriapohjaista tietoa ratkaisuksista, huomioiden kuitenkin yrityksen tarpeet ja suhteellisen pieni koko. Luvussa 7 pohditaan millaisia muutoksia ja investointeja yritys tarvitsee järjestelmätasolla, jotta kehitysehdotukset olisivat mahdollista toteuttaa. Lisäksi luvussa pohditaan mahdollisia jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen. Lopuksi luvussa 8 tehdään vielä yhteenveto työstä ja sen onnistumisesta.

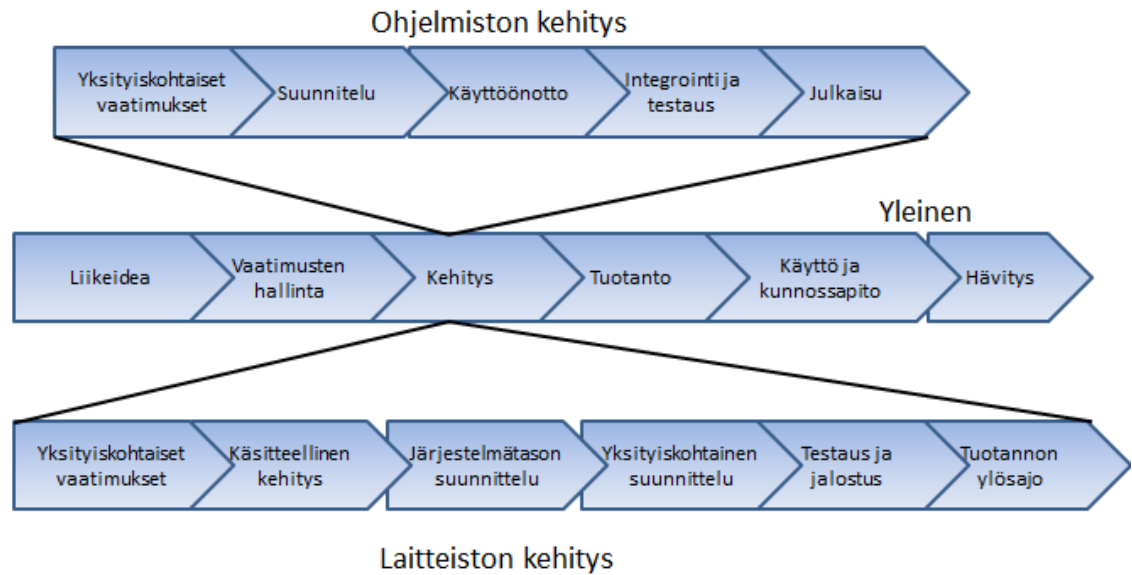
## 2. TUOTETIEDON HALLINTAAN LIITTYVÄT KÄSITTEET JA TYÖKALUT

Nykyisessä yhteiskunnassamme valtaosa ihmisistä tekee tietotyötä käyttämällä, käsittelemällä ja tuottamalla tietoa. Vain hieman yli kymmenen (10) prosenttia työntekijöistä on kosketuksissa varsinaiseen tuotteeseen – loput käsittelevät ja muokkaavat tietoa. Tiedonhallinnan kannalta katsottuna tietotyö on tietosisältöjen etsimistä, yhdistelemistä ja jalostamista useista organisaation tietovarastoista. (Kaario & Peltola 2008, s.4)

Tulevaisuus asettaa monille yrityksille haasteita tiedon hallinnan osalta, sillä tiedon määrän on arvioitu jopa 44-kertaistuvan seuraavan kymmenen vuoden aikana (M-Files seminaari 2015). Yritysten onkin pysyttävä tuotetiedon hallinnan kehityksen mukana, jotta he selviävät kasvavan tiedon määrän tuomista haasteista. Tässä luvussa esitellään tuotetiedon hallintaan liittyviä peruskäsitteitä ja ominaisuuksia. Lisäksi diplomityön kannalta kriittisiä aihealueita käsitellään hieman syvällisemmin.

### 2.1 PLM ja PDM määritelmä

Sääksvuori & Immonen (2008, s.9) esittelevät Kenneth McIntochin määritelmän: Suunnittelutiedon hallinta – EDM (sitten tuotetiedon hallinta – PDM, ja nykyään tuotteen elinkaaren hallinta – PLM) on systemaattinen keino suunnitella, hallinnoida, ohjata ja kontrolloida kaikkea sitä tarvittavaa tietoa, jota saadaan tuotteesta sen koko elinkaaren aikana. McIntosh jakaa elinkaaren kuuteen (6) eri vaiheeseen: kehitys, suunnittelu, muotoilu, tuotanto, käyttö ja hävitys. Crnkovic et al. (2002, s.6) jakavat myös teoksessaan elinkaaren kuuteen eri vaiheeseen, mutta he käyttävät eri nimityksiä: liikeidea, vaatimusten hallinta, kehitys, tuotanto, käyttö ja kunnossapito, sekä hävitys (kuva 3). Hänen mukaan on kuitenkin tärkeää huomata, että ohjelmistokehityksellä ja laitteistokehityksellä on erilaiset kehitysprosessit. Tuotteen elinkaaren hallinnalla ei tarkoiteta mitään yksittäistä tietokoneohjelmaa tai menetelmää, vaan se on laaja toiminnallinen kokonaisuus, jolla pyritään hallitsemaan tuotetietoja. (Sääksvuori & Immonen 2008, s.18)



**Kuva 3. Tuotteen elinkaari (PLC).** (Crnkovic et al. 2002, s. 7)

Kuusisen (2010, s.16) mukaan, useat PDM-järjestelmien valmistajat ovat alkaneet harhaanjohtavasti nimittämään itseään PLM-järjestelmiksi. Kyseistä nimitystä on alettu käyttää, koska PDM-järjestelmien ominaisuudet ovat lisääntyneet. Todellisuudessa kyseiset järjestelmät ovat kuitenkin vain kehittyneitä PDM-järjestelmiä. Kuusinen (2010, s.16), viittaa työssään Ulrich & Sendlerin (2008) Liebesteinin teesiin, joka määrittelee PLM käsitteen seuraavalla tavalla:

- PLM on toimintamalli – ei järjestelmä eikä yksittäinen ratkaisu.
- PLM-toimintamalli sisältää osajärjestelmiä, joita ovat mm. CAD, CAE, CAM, PDM sekä muut tuotteen valmistamiseen liittyvät osajärjestelmät.
- PLM-toimintamallin osakokonaisuuksiin liittyvät myös järjestelmät, jotka eivät suoraan toimi tuotteen valmistamisen osa-alueilla, kuten ERP, SCM, CRM.
- PLM-toimittajat tarjoavat komponentteja sekä palveluja PLM-toimintamallin implementoimiseksi. (Kuusinen 2010, s.16)

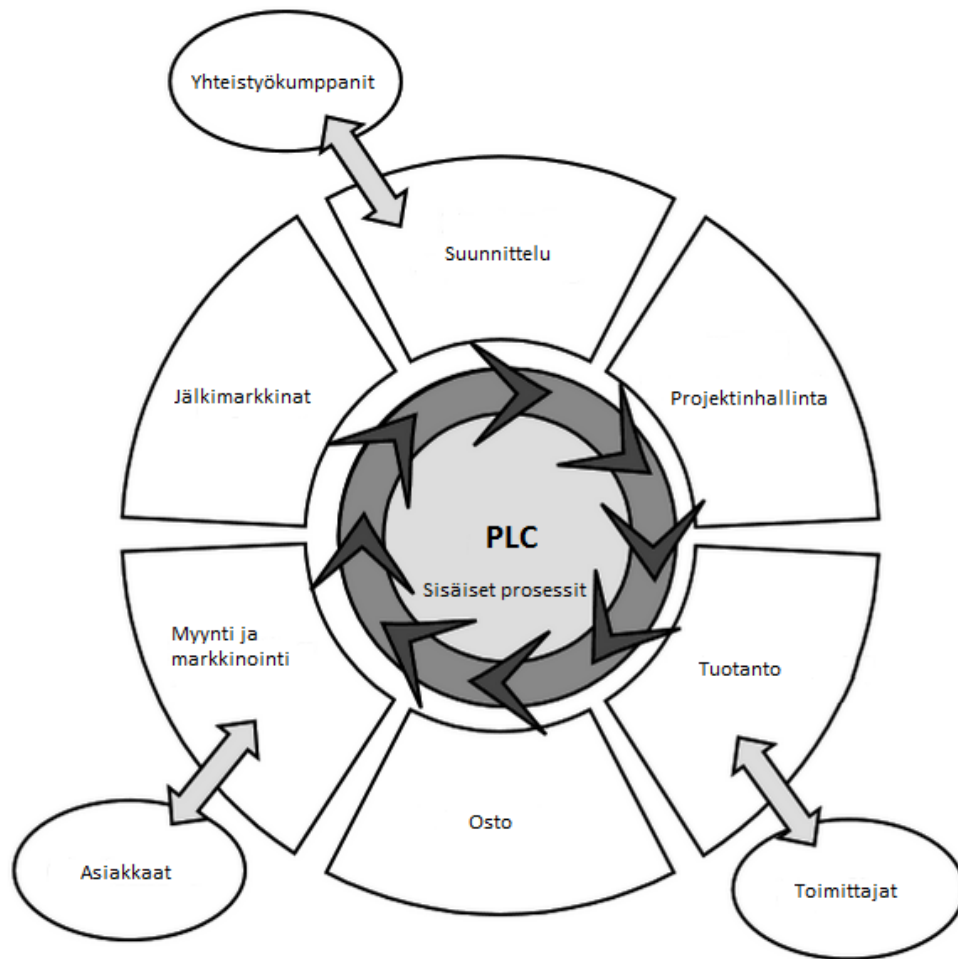
Liebesteinin teesi määritteleeekin selkeästi erot PDM- ja PLM-ajattelutavoille ja etenkin siihen kuuluville asioille ja järjestelmille.

## 2.2 Tuotetiedon hallinnan perustoiminnot

Tuotetiedolla tarkoitetaan periaatteessa kaikkea tuotteisiin liittyvää tietoa. Pääasiassa tuotetiedolla kuitenkin tarkoitetaan tuotteisiin liittyvää teknistä tietoa. PDM-järjestelmät käsittelevät erityisesti tuotesuunnittelun tuottamia tietoja, joka näkyy versiointi-, tarkastus- ja hyväksymiskäytännöissä (Peltonen et al. 2002, s.9). Crnkovic et al. (2002, s.20) mukaan tuotetiedon hallinta tukee tuotesuunnittelun lisäksi myös valmistusta,

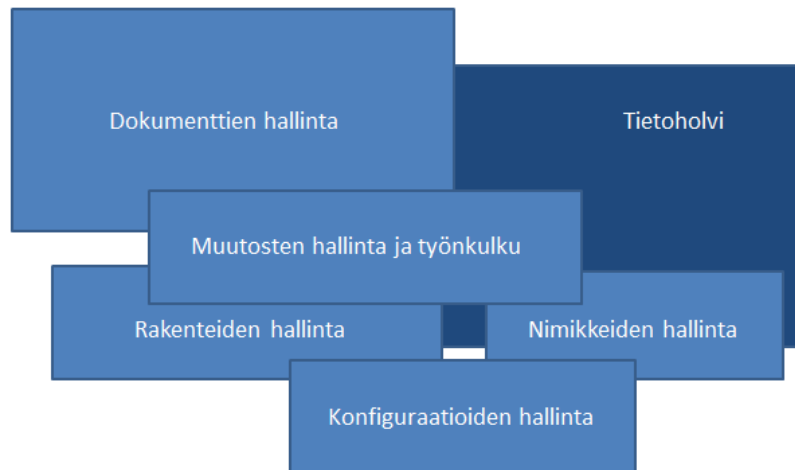


markkinointia, myyntiä, ostotoimintaa ja yhteistyökumppaneita. Tarkemmin tuotetiedon hallinnan tukemat prosessit on esiteltynä kuvassa 4.



**Kuva 4. PDM:n tuki koko tuotteen elinkaarelle. (Mukaillen, Crnkovic et al. 2002, s.21; Peltonen et al. 2002, s.9)**

Kuvasta 4 voidaan nähdä, että PDM-järjestelmällä pystytään tukemaan monia eri rooleja ja toimintoja yrityksen sisällä sekä sen ulkopuolella. Tukitoiminnot kerääntyvät tuotteen ja sen koko elinkaaren ympärille. PDM:stä ja PDM-järjestelmistä puhuttaessa on tärkeää ymmärtää niiden välinen ero. PDM on yleinen nimitys säännöille, käytännöille ja menetelmille, jotka sisältävät toimintoja eri järjestelmistä. PDM-järjestelmällä sen sijaan toteutetaan tuotteen hallinta sekä suunnitellut prosessit. PDM-järjestelmien toiminnot voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: käyttäjätoimintoihin sekä aputoimintoihin. Käyttäjätoiminnoilla mahdollistetaan käyttäjien pääsy PDM-järjestelmään sekä pystytään rajoittamaan mihin kaikkeen tietoon spesifillä käyttäjällä on pääsyoikeus. Käyttäjä voi olla esimerkiksi kuluttaja, joka pääsee vain katsomaan tietoa, tai tuottaja joka luo tietoa järjestelmään. Aputoiminnoilla mahdollistetaan eri ympäristöjen yhteen liittäminen sekä tiivistetään niiden monimutkaisuus käyttäjäystävällisempään muotoon. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.21; Crnkovic et al. 2002, s.20–21)



**Kuva 5. PDM osa-alueet. (Sääksvuori & Immonen 2008, s.15)**

Pääpiirteissään PDM voidaan jakaa kuvassa 5 näkyviin osa-alueisiin. Tietojärjestelmänä PDM on laaja kokonaisuus toimintoja ja ominaisuuksia, joilla pyritään tukemaan tiedon luomisen, tallentamisen, päivittämisen, jakelun, hyödyntämisen ja etsinnän prosesseja. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.21). Tässä diplomityössä keskeisimmät PDM-osa-alueet ovat: dokumenttien, rakenteiden ja nimikkeiden hallinta sekä muutosten hallinta ja työnkulku. Seuraavissa alaluvuissa esitellään hieman yksityiskohtaisemmin kyseiset osa-alueet.

## 2.2.1 Nimikkeiden hallinta

Nimikkeiden hallinta on yrityksen yksi tärkeimmistä prosesseista ja tuotetiedon hallinnan keskeisin osa-alue. Nimike voi olla mikä tahansa tuotetiedon hallintaan liittyvä yksilö, jolla on identiteetti. Nimikkeillä voidaan tarkoittaa: fyysisiä nimikkeitä, palveluja, toimintoja tai sidosryhmiä. Taulukossa 1 on tarkemmin esiteltynä tyypillisimpiä nimikkeitä, joita yritykset käyttävät. (Peltonen et al. 2002, s.15)

**Taulukko 1. Tyypillisimpiä nimikkeitä (Peltonen et al. 2002, s.15)**

<b>Fyysiset nimikkeet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Järjestelmät, kokoonpanot, komponentit</li> <li>• Perusmateriaalit (kuten terästangot)</li> <li>• Ostetut komponentit</li> <li>• Valut ja takeet</li> <li>• Itse suunnitellut komponentit</li> <li>• Tuotannon lisätarvikkeet (kuten hitsauslangat)</li> <li>• Varaosat</li> <li>• Asennustarvikkeet</li> <li>• Työkalut ja muotit</li> </ul>	<b>Palvelut</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ostetut palvelut</li> <li>• Myytyt palvelut</li> </ul> <b>Toiminnot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erikoistoimitukset</li> <li>• Projektit</li> <li>• Työ</li> </ul> <b>Sidosryhmät</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiakkaat</li> <li>• Toimittajat</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nimikkeiden käyttötavat vaihtelevat suuresti eri yritysten välillä. Yrityksille onkin tärkeää selvittää tarkasti, mitä nimikkeitä he haluavat käyttää toiminnassaan. Valitut

nimikkeet määrittelevät hyvin pitkälle, mitä tietoja PDM-järjestelmällä voidaan käsitellä. Yleisesti ottaen, nimikkeiksi kannattaa valita sellaisia liiketoimintaan liittyviä elementtejä, joita käytetään toistuvasti tai joihin viitataan tuotteisiin liittyvissä prosesseissa. Valinnan käytettävistä nimikkeistä tekee usein yrityksen operatiivinen johto. Valitettavan usein kyseinen tehtävä kuitenkin laiminlyödään, eikä useimmissa yrityksessä ole nimikkeiden hallinnasta vastuussa olevaa henkilöä. Tämä johtaa usein siihen, että nimikkeiden määrä kasvaa hallitsemattomaksi. Tämä taas aiheuttaa tehottomuutta, turhaa työtä sekä virheitä yrityksen operatiivisissa prosesseissa. Tyypillisesti kappalevarateollisuuden järjestelmissä tuotetiedon hallinnan nimikkeiden määrä on suuri. Kun jokaiseen nimikkeeseen liittyy vielä suuri määrä attribuutteja, kasvaa tietomassan ylläpito erittäin haasteelliseksi. Yritykset tarvitsevatkin selkeitä prosesseja ja kuria, jotta tuotetiedon hallinta pysyy hallittavissa. (Peltonen et al. 2002, s.15, 45)

PDM-järjestelmissä nimikkeiden ja dokumenttien etsimistä helpottaa niiden määrittelyssä käytetty metatieto, kuten esimerkiksi nimikkeen luoja, numero tai kuvaus. Metatieto sijaitsee PDM-järjestelmässä erillään varsinaisesta tiedosta. Tämä mahdollistaa metatiedon replikoinnin, ilman että varsinaista tietoa tarvitsee replikoida. Tällöin samaa tietoa voidaan metatiedon avulla käyttää uudelleen monessa eri kohteessa, joka ei ole mahdollista perinteisillä tietojärjestelmillä. (Crnkovic et al. 2002, s.31)

## **2.2.2 Dokumenttien hallinta**

Lähes kaikki piirustukset ja dokumentit tehdään nykyään tietokoneilla. Tällä tavoin niiden tuottaminen sekä muokkaaminen ovat helppoa ja nopeaa. Vaarana voi kuitenkin olla, että käyttäjät eivät tiedä mistä haluttu dokumentti löytyy, mitä versioita dokumentista on olemassa, missä on dokumentin viimeisin hyväksytty versio ja onko joku parhaillaan tekemässä uutta versiota dokumentista. Useissa yrityksissä oletetaan, että PDM-järjestelmän hankinnalla saadaan automaattisesti parannettua myös dokumenttien hallintaa. PDM-järjestelmä ei kuitenkaan yksin ratkaise ongelmaa, vaan yrityksen on tarkkaan tiedettävä ja määriteltävä, mitä järjestelmällä halutaan tehdä. (Peltonen et al. 2002, s.47)

Myös dokumentit ovat yhdenlaisia nimikkeitä, joten niihin pätee kaikki samat ominaisuudet, joita esiteltiin luvussa 2.2.1. Dokumenttien erityisominaisuus on, että niihin liittyy attribuuttien lisäksi myös dokumentin varsinainen sisältö, joka voi olla esimerkiksi tekstidokumentti tai piirustus. Yleisesti ottaen dokumenttien sisältö voi olla mitä tahansa tietoa, jota voidaan käyttää ja avata myös PDM-järjestelmän ulkopuolella. Dokumenttien hallintaa suunniteltaessa tulisi miettiä, mitkä dokumentit halutaan tallentaa järjestelmään. Esimerkiksi tekniset piirustukset ovat tyypillisimpiä PDM-järjestelmällä hallittavia dokumentteja, mutta esimerkiksi markkinoinnissa käytettävien

tiedostojen ei välttämättä tarvitse sijaita PDM-järjestelmässä. Usein PDM-järjestelmien lisenssit ovat käyttäjäkohtaisia, joten pienissä yrityksissä voidaan lisäksi saada säästöjä, jos jokaiselle toimistotyöläiselle ei tarvita esimerkiksi PDM-lisenssiä. Taulukossa 2 on lueteltuna erilaisia dokumentteja, joiden suhteesta PDM-järjestelmään yrityksen tulisi päättää. Kuten taulukosta voidaan nähdä, dokumenttimalleja löytyy monia erilaisia. Yhteen komponenttiin tai tuotteeseen voi liittyä monia eri dokumentteja. Vastaavasti yksi dokumentti voi liittyä useampaan eri tuotteeseen. (Peltonen et al. 2002, s.47–48)

**Taulukko 2. Erilaisia dokumenttimalleja (Peltonen et al. 2002, s.48)**

<b>Markkinointidokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myyntioppaat</li> <li>• Tuoteluettelot</li> <li>• Hinnastot</li> <li>• Tekniset tiedot</li> <li>• Viranomaishyväksynnät</li> <li>• Sovellusohjeet</li> <li>• Esitteet</li> </ul>	<b>Projektidokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektisuunnitelmat</li> <li>• Projekti aikataulut</li> <li>• Muistiot</li> </ul>
<b>Toimitusdokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asennuspiirustukset ja -ohjeet</li> <li>• Käyttöohjeet</li> <li>• Huolto- ja varaosa-ohjeet</li> <li>• Purkuohjeet</li> </ul>	<b>Valmistusdokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piirustukset (Mekaniikka, sähkö, elektroniikka)</li> <li>• 3D-mallit</li> <li>• Kokoonpano- ja testausohjeet</li> <li>• Pakkausohjeet</li> <li>• NC-ohjelmat</li> </ul>
<b>Prosessidokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laatukäsikirjat</li> <li>• Prosessikaaviot</li> <li>• Prosessikuvaukset</li> </ul>	<b>Ohjelmistodokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luokkakaaviot</li> <li>• Tietovuokaaviot</li> <li>• Lähdeohjelmat</li> <li>• Binaariohjelmat</li> <li>• Testiaineisto</li> </ul>
<b>Kaupalliset dokumentit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laskut</li> <li>• Ostotilaukset</li> <li>• Myyntitilaukset</li> <li>• Tilausvahvistukset</li> <li>• Tarjoukset</li> </ul>	

Nykyään useiden yritysten pitää pystyä toimimaan hajautetussa toimintaympäristössä. Perinteisellä hajautetulla organisaatiolla tarkoitetaan yritystä, jolla on useita toimipisteitä yhdessä tai useammassa maassa. Toisaalta yritysten työntekijät työskentelevät usein myös asiakkaiden sekä kumppaneiden luona. Merkittävin alue on kuitenkin eri yritysten välisestä kommunikaatiosta muodostunut virtuaalinen organisaatio. Käytännössä tällä tarkoitetaan yrityksen ja toimittajien välistä yhteistyötä tai vaikkapa alihankkijan ja päämiehen välistä toimintaa. Yhteistä kaikille näille organisaatioille on halu hallita informaatiota mahdollisimman joustavasti, ajasta ja paikasta riippumatta. Internetillä on ollut jo pitkään keskeinen rooli informaation hallinnassa hajautetuissa organisaatioissa. Sähköposti, on hyvin yleinen tapa liikuttaa informaatiota, mutta tiedon hallintaan ja passiiviseen jakeluun se ei sovellu. Internet tarjoaa kuitenkin monia muita mahdollisuuksia informaation ja erityisesti dokumenttien

jakeluun ja hallintaan. Esimerkiksi PDM-järjestelmillä tiedon jakaminen onnistuu helposti, vaikkapa toiselle puolelle maapalloa. Helpoin keino, on käyttää internet-selainta, jolla on mahdollisuus ottaa yhteys yrityksen PDM-järjestelmään. Kyseinen keino on toimiva varsinkin sellaisille henkilöille yrityksessä, jotka liikkuvat paljon ulkomailla ja tarvitsevat ajan tasalla olevaa tuotetietoa. Jos sen sijaan halutaan pysyvämpää ja varmempaa ratkaisua, tulisi yrityksen panostaa laadukkaisiin internetyhteyksiin ja ostaa PDM-ohjelmisto käyttäjille, jotka tarvitsevat sitä. (Anttila 2001, s.127)

Vaikka PDM-järjestelmillä kyetään hallitsemaan dokumentteja, Crnkovic et al. (2002, s.41) suosittelevat teoksessa harkitsemaan dokumenttien hallintaan erillistä dokumenttien hallintajärjestelmää. Dokumenttien hallintaan erikoistuneet järjestelmät ovat usein kehittyneempiä seuraavissa asioissa:

- Laajemmat tiedon etsimisen mahdollistavat toiminnot.
- Tiedon automaattinen muuttaminen eri esitysmuotoihin.
- Tiedon julkaiseminen internetissä. (Crnkovic et al. 2002, s.41)

Huomioitavaa kuitenkin on, että Crnkovic et al. (2002) on suhteellisen vanha teos ja PDM-järjestelmissä on tapahtunut paljon kehitystä. Modultekin (2015) pitämän seminaarin mukaan myös PDM-järjestelmät pystyvät nykyään tarjoamaan samoja erikoisominaisuuksia, kuin dokumenttien hallintaan erikoistuneet järjestelmät.

### **2.2.3 Rakenteiden hallinta**

Rakenteiden hallinnasta puhuttaessa voidaan tarkoittaa suunnittelurakennetta, valmistusrakennetta tai toimitusrakennetta. Pääasiassa rakenteiden hallinnassa keskitytään kuitenkin tukemaan pelkästään valmistuksen toimintaa. (Crnkovic et al. 2002, s.47). Tuotteen rakenne kertoo mistä osista tuote koostuu ja mitkä ovat näiden osien suhteet toisiinsa. Tuoterakenteet esitellään osaluetteloiden (BOM) avulla, jossa jokaiseen pienemmistä osista koostuvaan komponenttiin liittyy osaluettelo, joka sisältää tiedot komponentin osista rakenteen seuraavalla tasolla. Rakenne on siis puumainen, jonka ylimpänä tasona on itse laite. Fyysisten komponenttien lisäksi tuoterakenne voi sisältää viittauksia nimikkeisiin, jotka eivät varsinaisesti edes ole rakenteella, kuten esimerkiksi asennus- ja testausohjeet. Tuotantorakenteisiin ei useinkaan liitetä tuotannossa käytettäviä lisämateriaaleja, kuten esimerkiksi hitsauslankoja, päällysteitä tai voiteluaineita, vaan näitä nimikkeitä hallitaan usein tuotantoprosesseihin liittyvien ohjeistuksien avulla. Yhtenä hyvänä tapana rakenteiden muodostamiseen Peltosen et al. (2002, s.61) mukaan, on muodostaa ne ”aitojen osakokoonpanojen” avulla, joilla on seuraavat ominaisuudet:

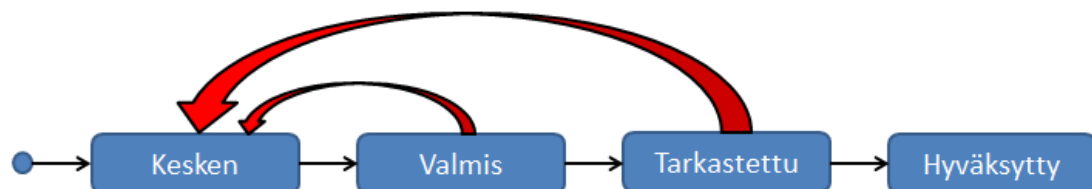
- Voidaan käyttää sellaisenaan ilman muutoksia erilaisissa kokoonpanoissa.

- On helposti käsiteltävä fyysinen kokonaisuus, joka ei sisällä irrallisia osia.
- Voi olla toiminnallinen moduuli.
- Voidaan valmistaa ja varastoida itsenäisesti.
- Voidaan kiinnittää helposti isompiin kokoonpanoihin.
- Soveltuu alihankintaan. (Peltonen et al. 2002, s.60–62)

Tuoterakenne voi sisältää myös välinimikkeitä, joilla voidaan jakaa kokoonpano työvaiheisiin. Välinimikkeiden käyttö ei kuitenkaan ole suositeltavaa, vaan ennemminkin kokoonpanon vaiheisiin pilkkominen kannattaa jättää ERP-järjestelmän tehtäväksi. ERP-järjestelmissä on oma toimintonsa kyseistä toimintoa varten, jossa tuotteen komponentit ryhmitellään työvaiheiden mukaisesti. (Peltonen et al. 2002, s.61)

## 2.2.4 Muutosten hallinta ja työnkulku

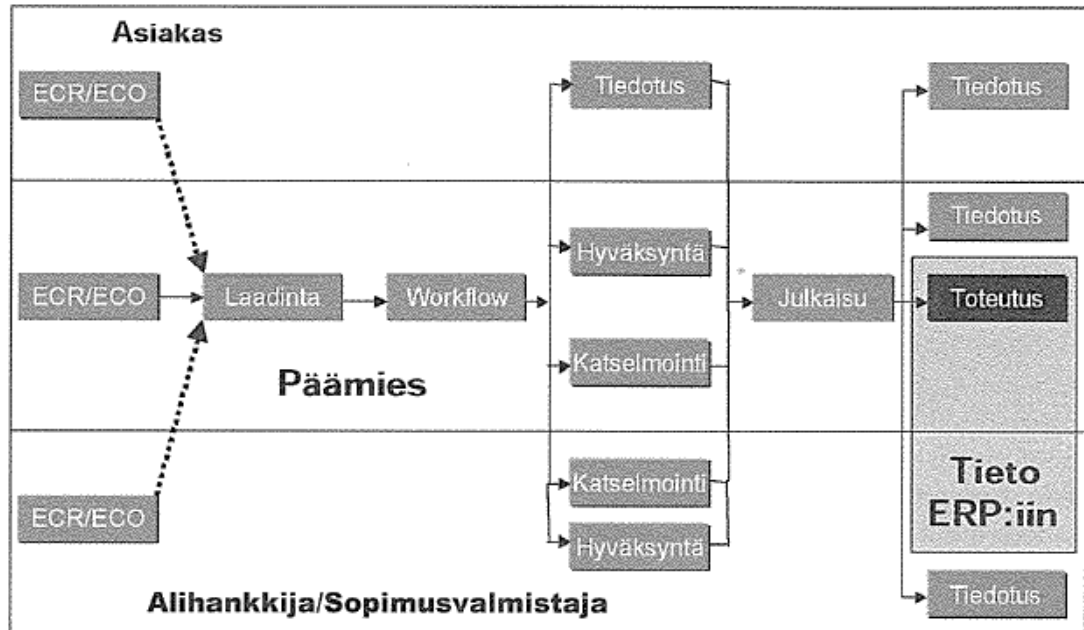
Tuotteisiin liittyy paljon toisistaan riippuvaa tietoa. Esimerkiksi yhden nimikkeen muokkaaminen vaikuttaa usein moneen muuhunkin nimikkeeseen, jolloin myös niitä täytyy muokata. Muutoksista aiheutuu yrityksille paljon työtä ja kustannuksia. Yritykset usein vaativatkin, että tehty muutos ja sen vaikutukset tarkistetaan yhden tai useamman henkilön toimesta. Muutoksen hallinta on periaatteessa hyvin lähellä versiointia ja ne täydentävätkin toisiaan. Yksittäiseen dokumenttiin tai nimikkeeseen tehtäviä muutoksia hallitaan usein tilojen avulla. Kuvassa 6 on nähtävissä esimerkkitapaus yksinkertaisesta neljän tilan tilakaaviosta. (Peltonen et al. 2002, s.71)



**Kuva 6. Esimerkki tilakaaviosta (Peltonen et al. 2002, s.72)**

Kun suunnittelija aloittaa tekemään esimerkiksi uutta versiota dokumentista, on se aluksi ”kesken” -tilassa. Kun suunnittelija saa version omasta mielestään valmiiksi, siirtää hän sen ”valmis” -tilaan. Tämän jälkeen joku tarkistaa version ja siirtää sen joko tilaan ”tarkastettu”, tai jos huomautettavaa löytyy siirtää hän sen tilaan ”kesken”. Esimerkkikaaviossa jonkun täytyy vielä hyväksyä tarkastettu dokumentti. Jos korjattavaa löytyy, voi tarkastajakin vielä palauttaa dokumentin tilaan ”kesken”. Jos hän hyväksyy dokumentin, siirtyy dokumentti tilaan ”hyväksytty”, eikä kyseistä versiota pysty enää muokkaamaan. Jos dokumenttia halutaan vielä tämän jälkeen muuttaa, täytyy siitä tehdä uusi versio. Usein yrityksissä, jotka käyttävät kyseistä muutosten hallintatapaa, on käytössä automaattinen ilmoitustyökalu PDM-järjestelmissä, joka ilmoittaa tarkastajalle avoimista tehtävistä. (Peltonen et al. 2002, s.72)

Tuotteeseen tehtävä muutos aiheuttaa usein usean komponentin muuttamista. Tämä aiheuttaa myös muutoksia esimerkiksi valmistuspiirustuksiin ja testausohjeisiin. Yksittäisen komponentin lisäksi muutoksia saattaa aiheutua myös esimerkiksi koko laitteen asennus- ja huolto-ohjeisiin. Muutosprosessia voidaan hallita käyttämällä apuna esimerkiksi kuvan 7 mukaisia muutoksen hallintaprosessin vaiheita, jossa on huomioitu myös asiakkaiden sekä toimittajien ja yhteistyökumppaneiden mahdollinen osallistuminen prosessiin.



**Kuva 7. Muutoksen hallintaprosessi. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.39)**

Muutospyyntö (ECR) tehdään, kun huomataan, että tuotteeseen tarvitaan jokin muutos. Vielä tässä vaiheessa ei tarvitse olla mietittynä onko muutos teknisesti tai taloudellisesti kannattava. Yhden tai useamman muutospyynnön pohjalta tehdään muutosehdotus (ECP), joka on tarkempi suunnitelma haluttujen muutosten aikaansaamiseksi. Muutosehdotuksessa kerrotaan, mitä komponentteja muutetaan, paljonko muutokset tulevat maksamaan ja mitä hyötyjä niillä saavutetaan. Tämän jälkeen muutosehdotus menee arvioitavaksi ja se joko hyväksytään tai hylätään. Jos muutosehdotus hyväksytään, nimikkeitä muutetaan ehdotuksessa esitetyllä tavalla, jonka jälkeen muutos menee hyväksyttäväksi. Jos muutos hyväksytään, laaditaan siitä muutosilmoitus (ECN). Muutosilmoitus sisältää yksityiskohtaiset ohjeet kaikille henkilöille, joita muutos koskee mukaan lukien asiakkaat ja yhteistyökumppanit. Ilmoituksessa voidaan kertoa esimerkiksi vaikutuksen alaisista kohteista, käyttöönoton aikataulusta ja mitä tehdään varastossa oleville vanhoille komponenteille. Jakelu voidaan myös suorittaa projektikohtaisesti, jolloin kaikki projektissa mukana olevat saavat tiedon muutetusta tiedosta. Jos dokumenteissa on erikielisiä variantteja, voidaan myös valita tieto siitä,

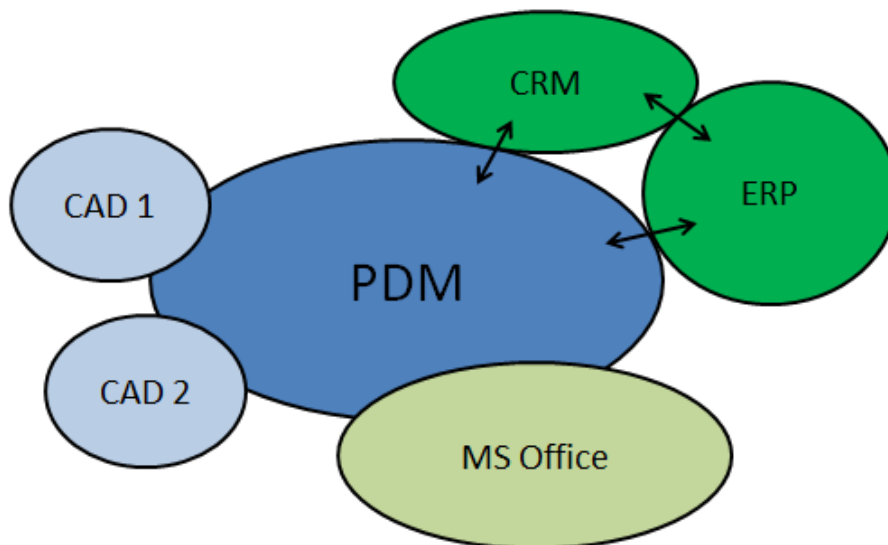
millä kielellä tietty käyttäjä haluaa tiedon. (Modultek palaveri 2015; Peltonen et al. 2002, s.73–75)

## 2.3 Järjestelmät ja niiden arkkitehtuuri

Tämän työn tärkeänä osa-alueena on hahmottaa kohdeyrityksen nykyiset käyttöjärjestelmät sekä niiden arkkitehtuuri. Seuraavaksi esitellään PLM- ja PDM-järjestelmien toimintaa sekä yleisiä malleja niiden arkkitehtuurista. Kohdeyrityksessä on lisäksi myös ERP-järjestelmä, mutta sen toimintaa ei tarkemmin tässä luvussa avata, koska tämä tutkimus liittyy suhteellisen vähän sen kehittämiseen.

### 2.3.1 PLM-järjestelmä ja sen arkkitehtuuri

Monet yritykset ovat ottaneet käyttöön laajoja toiminnanohjausjärjestelmiä (ERP-järjestelmä). Kyseisillä järjestelmillä pystytään hallinnoimaan lähes kaikkia yrityksen tietoja, joten myös tuotetiedon hallintaan liittyvien toimintojen voidaan katsoa kuuluvaksi kyseisiin järjestelmiin (Peltonen et al. 2002, s. 9). Yleensä nämä järjestelmät ovat kuitenkin erillisiä ja tieto järjestelmien välillä liikkuu siirtotiedostona. Nykyään varsinkin suuret yritykset käyttävät integraatiota järjestelmien välillä. Monet yritykset ovat verkostoituneita ja tietojärjestelmäympäristöt ovat eri yritysten välillä erilaisia. Yrityksillä on käytössä omiin tarpeisiinsa sopivat CAD-, ERP- ja CRM-järjestelmät, joka aiheuttaa usein ongelmia yritysten väliseen tiedon liikkumiseen. Toisaalta se luo myös huomattavia mahdollisuuksia yritysten elinympäristöön. (Sääksvuori & Immonen 2008, s.93)



**Kuva 8. Esimerkki PLM arkkitehtuurista. (Mukaillen, Sääksvuori & Immonen 2002, s.62)**



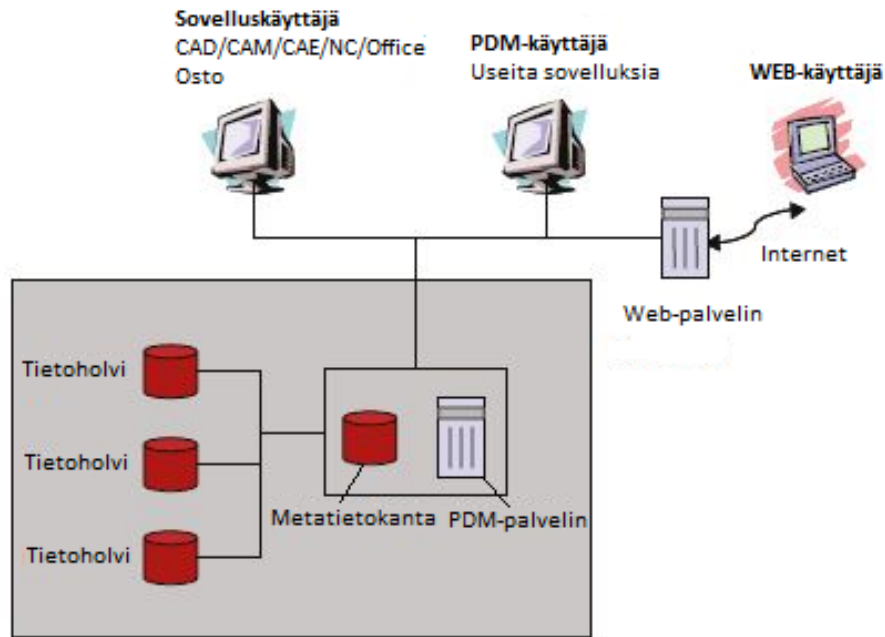
Kuvassa 8 Sääksvuori & Immonen esittelevät yleisen esimerkin PLM arkkitehtuurista. Kuvassa CAD-ohjelmistot on integroituna PDM-järjestelmän yhteyteen, kuten myös MS Office. PDM-, CRM-, ja ERP-järjestelmien väliset integraatiot ovat kuvassa kaksisuuntaisia, jolloin halutut tiedot pystytään jakamaan järjestelmien välillä automaattisesti. Crnkovic et al. (2002 s.134) sekä Bergsjö et al. (2006) esittelevät myös monia muita PDM:n ja SCM:n (Supply Chain Management) integrointimahdollisuuksia, joiden ratkaisut ovat sovellettavissa myös kuvassa näkyviin järjestelmiin.

### 2.3.2 PDM-järjestelmä ja sen arkkitehtuuri

PDM-järjestelmien käyttöönottamisella yritykset tavoittelevat selkeää hyötyä liiketoiminnan kehittämisessä. Järjestelmien selviytyminen asetetuista tavoitteista, henkilöstön toiveista ja ympäristön vaatimuksista, riippuu monista eri asioista, mutta pääasiassa siitä, miten hyvin yritys on onnistunut määrittelemään omat tarpeensa ja sovittamaan markkinoilla olevista ohjelmistoista vaatimuksiinsa sopivat. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.33). Kaupallisissa PDM-järjestelmissä on usein monia yhtäläisyyksiä. Kaikki järjestelmät koostuvat toiminnollisista kokonaisuuksista ja tekniikoista, jotka ovat toiminnallisesti samanlaisia. Nämä toiminnollisuudet ovat:

- *Tietoholvi*, minne eri elinkaaren vaiheissa olevaa tuotetietoa varastoidaan.
- *Metatietokanta*, jonka tehtävänä on huolehtia yksittäisten tuotetietojen välisistä suhteista, tiedon järjestelystä sekä säännöistä.
- *Ohjelmistosovellus*, joka toteuttaa yhdessä metatietokannan kanssa varsinaisen tiedon hallinnan, PDM:n perustoiminnot sekä näyttäytyy käyttäjälle erilaisina käyttöliittyminä. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.24)

PDM-järjestelmät rakennetaan yleensä relaatiotietokannan päälle ja ne ovat rakenteeltaan asiakas-palvelin-mallisia. Tällöin käyttäjän näkemä graafinen käyttöliittymä on asiakasohjelma, joka lähettää palvelupyyntöjä keskitetylle PDM-järjestelmälle, joka käsittelee tietokantaan tallennettuja tietoja. Useimmat PDM-järjestelmät tallettavat tietokantaan vain attribuuttitietoja ja dokumenttien sisällöt tavallisiin tiedostoihin, jotka on kuitenkin suojattu niin, että käyttäjät saavat tiedostot auki vain PDM-järjestelmän kautta. Kuvassa 9 on esiteltyä yksinkertainen PDM-järjestelmän arkkitehtuurimalli. (Peltonen et al. 2002, s.105)



**Kuva 9. PDM-järjestelmän arkkitehtuurimalli. (mukaillen, Sääksvuori & Immonen 2008, s.19)**

Tyypillisesti yrityksissä on enemmän sellaisia käyttäjiä, jotka hakevat tietoa, kuin sellaisia, jotka myös tuottavat tietoa järjestelmään. Tällaisissa tilanteissa lukijoille kannattaa ottaa yksinkertaisempi käyttöliittymä, esimerkiksi internetissä toimiva selainpohjainen malli. PDM-järjestelmä tarjoaa myös mahdollisuuden tietojen hajauttamiseen, jonka tarkoituksena on nopeuttaa tietojen käsittelyä, kun käyttäjät sijaitsevat maantieteellisesti kaukana toisistaan. Hajautettu järjestelmä jakaa järjestelmään tallennetut tiedot useampaan tietokantaan, jotka sijaitsevat lähellä kunkin tietokannan pääasiallisia käyttäjiä. Järjestelmä voidaan myös hajauttaa osittain niin, että relaatiotietokannan tiedot ovat yhdessä keskitetyssä tietokannassa, mutta dokumenttien sisällöt talletetaan eri koneisiin. Tyypillisesti palvelimen ja asiakkaan välisestä tietoliikenteestä suurin osa menee dokumenttien sisältöihin, joten ne kannattaa tallettaa lähelle niiden käyttäjiä. (Peltonen et al. 2002, s.106)

## 2.4 Dokumenttien jakaminen yhteistyökumppaneille

Tiedon jakaminen digitaalisesti yhteistyökumppaneille vaikuttaa nykyään olennaisesti yrityksen liiketoimintaan. Tiedon määrä ja koko kasvaa jatkuvasti kovaa vauhtia, joka vaikuttaa myös merkittävästi siihen, miten tietoa tulisi jakaa yritysten välillä. (M-Files seminaari 2015)

Seuraavaksi esitellään lyhyesti erilaisia tiedonjakamisen vaihtoehtoja, jotka olisivat parhaiten soveltuvia yrityksen nykyisiin käyttötarpeisiin. Tässä luvussa esitellyt vaihtoehdot on esitelty suhteellisen yleisellä tasolla. Vaihtoehdot on valikoitu

pääasiassa yrityksen nykyisistä dokumenttien jakamistavoista sekä kirjallisuudesta esitellyistä yleisimmistä tavoista siirtää tietoa teollisuudessa. Tarkoituksena ei siis ole esitellä kaikkia mahdollisia tiedonjakamistapoja, vaan keskittyä näihin kohdeyrityksen johdon kanssa valittuihin suhteellisen nykyaikaisiin jakamistapoihin.

### 2.4.1 Extranet

Selainpohjainen tiedonjako voidaan jaotella intranet-, extranet- ja web-kanaviin, joissa tietoon päästään käsiksi internetselaimella. Intranet ja extranet ovat toiminnallisesti todella lähellä toisiaan, mutta extranetissä palvelut ovat suunnattuna ulkopuolisille käyttäjille. Web-kanava sen sijaan eroaa merkittävästi edellä mainituista, sillä sen päätarkoituksena on lähinnä markkinointi ja viestintä yleiseen käyttöön. Taulukossa 3 on esiteltynä eroja selainpohjaisen tiedonjakokanavien välillä. (Kaario & Peltola 2008, s.49)

**Taulukko 3. Selainpohjaisten kanavien vertailu. (Kaario & Peltola 2008, s.50)**

Kanava	Kohderyhmä	Palvelufokus	Sisällön määrä ja merkitys	Brändin merkitys
Intranet	Organisaation sisäiset käyttäjät	Ryhmätyö ja viestintä	Suuri	Pieni tai keskinkertainen
Extranet	Valikoidut ja tunnistetut organisaation ulkoiset käyttäjät	Organisaation palveluprosessien jatke	Keskinkertainen	Keskinkertainen
Web	Fokusoidut kohderyhmät	Markkinointi, viestintä	Pieni tai keskinkertainen	Suuri

Selainpohjaisten kanavien suunnittelutavoitteena on luoda sellainen palvelu, jossa voidaan eri käyttäjäryhmille luoda kustannustehokkaasti ja tietoturvallisesti pääsy oikeaan ja ajantasaiseen sisältöön. Tälle kokonaisuudelle käytetään nimitystä web-sisällönhallinta (Web Content Management, WCM), jonka tarkoituksena on huolehtia sisällöntuotantoprosessista ja erityisesti prosessin julkaisunhallintaan liittyvästä osasta, johon kuuluu mm. hyväksymisperiaatteet ja työkulut. Jotta palvelu voisi toimia tehokkaasti eri käyttäjäryhmiä tukevalla tavalla, tulisi sillä olla suora yhteistoiminnallisuus myös organisaation muun sisällönhallinnan kanssa.

Optimitilanteessa WCM on täsmälleen samaa prosessia ja teknistä ympäristöä organisaation muun sisällönhallinta-alustan kanssa. (Kaario & Peltola 2008, s.50)

Monet yrityssovellukset vaativat nykyään vuorovaikutteista toiminnollisuutta ja dynaamista sisällön tarkastelua. Selaintekniikka on kuitenkin alun perin suunniteltu vain tiedon yhdensuuntaiseen ja ei-dynaamiseen vuorovaikutukseen, jossa sisältöä vain selaillaan ja luetaan. Lisäksi selainpohjaisten kanavien ongelmaksi muodostuu joissain tapauksissa yhteensopivuusvaatimukset eri selainten ja niiden versioiden kesken, sillä yhdelle selaimelle suunniteltu ratkaisu ei välttämättä toimi samalla tavoin jossain toisessa selaimessa. (Kaario & Peltola 2008, s.51)

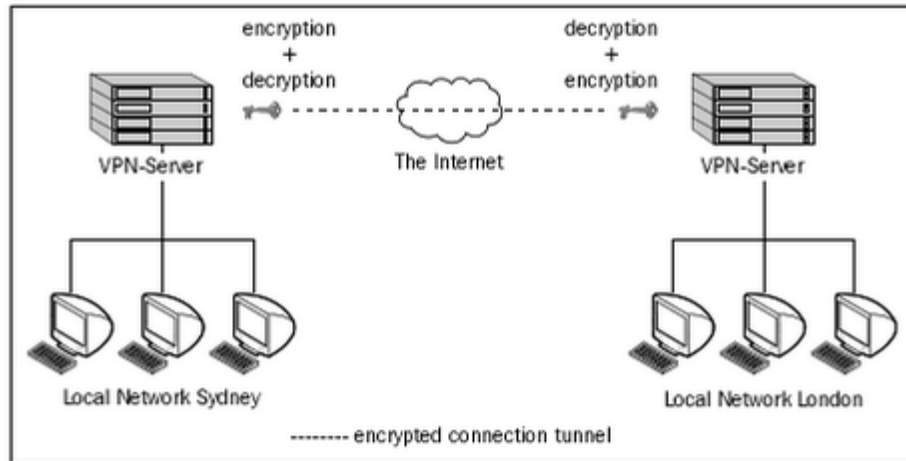
### **2.4.2 Sähköposti**

Sähköposti on riippumaton ajasta, eli vastaanottajan ei tarvitse olla verkossa, jotta viestin välitys onnistuu. Se tarkoitettiin alun perin viestintävälineeksi, mutta sitä käytetään kuitenkin paljon muuhunkin, kuten esimerkiksi kommentointiin ja dokumenttien varastointiin, vaikka se on näihin huonosti soveltuva. Moni päätös, sopimus tai muu liiketoimintakriittinen tieto on dokumentoitu ja taltioitu vain työntekijöiden henkilökohtaisiin sähköpostilaatikoihin. Monissa yrityksissä on ajauduttu kyseiseen ongelmatilanteeseen ja tietojen löytäminen myöhemmin voi olla lähes mahdotonta. Varsinaisen sopimuksen lisäksi yrityksille olisi erittäin tärkeää tallentaa myös keskustelu siitä miten sopimukseen on päädytty. (Kaario & Peltola 2008, s.53)

Sähköposteista suuri osa sisältää yritykselle tärkeää tietopääomaa ja sen tulisi olla samaten hallittavissa kuin muunkin arvokkaan tiedon. Varsinkin monissa suurissa julkisissa organisaatioissa sähköposti on määritelty turvattomaksi ja siten käyttökelvottomaksi kanavaksi esimerkiksi luottamuksellisten tietojen jakoon. (Kaario & Peltola 2008, s.54)

### **2.4.3 Virtuaalinen erillisverkko**

Virtuaalinen erillisverkko (VPN) on erittäin käytännöllinen varsinkin sellaisille yrityksille, joilla on toimipisteitään useassa paikassa tai kun tietoa halutaan turvallisesti jakaa yhteistyökumppaneille. Sen avulla myös erilaisten ohjelmistojen, kuten: ERP:n, PDM:n ja CRM:n käyttö on mahdollista etänä, ottamalla yhteys yrityksen sisäiseen verkkoon. Lisäksi VPN-yhteyttä käyttämällä pystytään tietoa siirtämään tietoturvallisesti, koska vain valitut henkilöt pystyvät luomaan yhteyden yrityksen sisäiseen verkkoon ja siirtyvä tieto on salattua. Yhteyden luominen on mahdollista monilla eri laitteilla, kuten esimerkiksi kannettavilla tietokoneilla sekä älypuhelimilla. Kuvassa 10 on nähtävissä tiivistetysti VPN-yhteyden toimintaperiaate. (Feilner & Graf 2009, s.7–12)

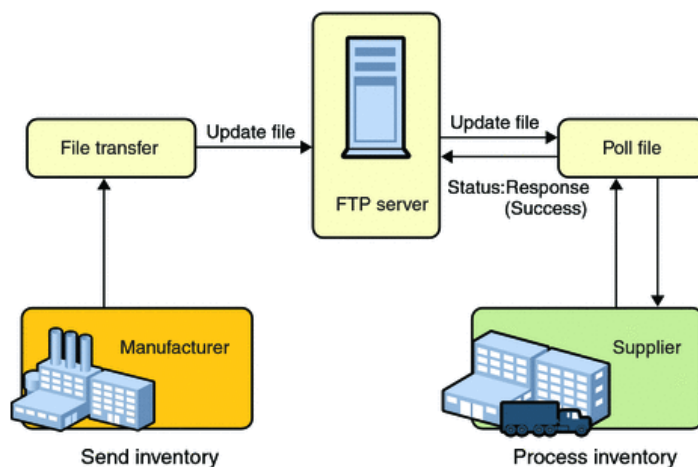


**Kuva 10. VPN-yhteyden toimintaperiaate. (Feilner & Graf 2009, s.11)**

VPN-yhteyden toimiva käyttäminen vaatii, että molemmilla osapuolilla on jatkuva internet-yhteys käytössään (Feilner & Graf 2009, s.12). Tämä rajoittaisi kohdeyrityksen näkökulmasta varsinkin potentiaalisia toimittajavaihtoehtoja, koska internet-yhteydet eivät ole vielä varmoja ja kehittyneitä kaikkialla maailmassa.

#### 2.4.4 Tiedonsiirtoprotokolla

Tiedonsiirtoprotokolla (FTP – File Transfer Protocol) kehitettiin jo vuonna 1969 Yhdysvaltojen puolustusministeriössä ja sitä pidetään vieläkin yhtenä luotettavimmista keinoista siirtää suuria tiedostoja internetin välityksellä. Sen päätarkoituksena on turvata tiedostojen nopea ja turvallinen siirto internetin välityksellä. FTP on alustasta riippumaton tiedonsiirtotapa, joten tietoa pystytään siirtämään, vaikka tiedon lähetys- ja latauspaikassa olisi käytössä eri käyttöjärjestelmät. Kuvassa 11 on nähtävissä yksinkertainen esimerkki, kuinka FTP-mallissa tietoa siirretään valmistajan ja toimittajan välillä. (Lais 2010)



**Kuva 11. FTP toimintaperiaate. (Oracle 2010)**

Kuvassa 11 FTP-serveri on keskeisessä osassa viestinnässä valmistuksen toimitusketjussa. Valmistaja lähettää toimittajalle tiedoston tuotteidensa määrästä FTP-serverille. Tämän jälkeen toimittaja poimii tiedoston serveriltä ja päivittää tiedot tavaraluettelonsa. Lopuksi toimittajalta tulee vielä ilmoitus vastaanoton onnistumisesta. Mikäli vastaanotto ei onnistu, lähtee siitä ilmoitus tiedoston lähettäjälle ja hänen pitää lähettää tiedosto uudelleen. FTP siirtotapaa ei kuitenkaan pidetä kovinkaan tietoturvallisena vaihtoehtona tiedonsiirtoon. Lisäksi FTP:llä ei pystytä jäljittämään kuka on ladannut ja jakanut tietoa, tai mitä tietoa on ladattu, joka voi aiheuttaa suuria ongelmia varsinkin yritysten salaisten tietojen kohdalla. (Yegulalp 2012; Lais 2010; Oracle 2010)

### 2.4.5 Tiedostojen jakaminen erillisessä pilvipalvelussa

Tunnetuimpia tiedostonjakopalveluita ”pilvessä” ovat Dropbox ja Google Drive. Verrattuna FTP-servereihin, pilvipalvelut tarjoavat samojen ominaisuuksien lisäksi monia käyttäjälle hyödyllisiä asioita (Mushfiqur 2012). Tietoa jakaessa käyttäjä lataa tiedostot pilvipalveluun omaan kansioon, jonka jälkeen hän voi lähettää sähköpostilla halutuille henkilöille linkin kyseiseen tietoon. Käyttäjät voivat myös perustaa yhteisiä kansioita, jolloin jokainen heistä voi lisätä, muokata ja poistaa tietoa kansioista. (Yegulalp 2012)

Dropboxissa on lisäksi mahdollista asentaa sovellus tietokoneeseen ja älypuhelimien, joka automaattisesti synkronoi päivitetyn tiedon kaikissa laitteissa, minne sovellus on asennettu. Sovelluksen avulla pilveen tallennettujen tietojen etsiminen on paljon nopeampaa, koska tiedot siirtyvät myös suoraan omille laitteillesi. Tiedot tallentuvat samalla myös Dropboxin etäpalvelimelle, joten tieto on heti synkronoituna myös omilla Dropboxin internetsivuilla. Tallennetut tiedot ovat siis helposti saatavissa myös silloin, kun käytät esimerkiksi jonkun toisen tietokonetta. Dropbox pitää myös kirjaa dokumentissa tapahtuneista muutoksista, joten jos käyttäjä esimerkiksi poistaa vahingossa tärkeää tietoa, on se palautettavissa 30 päivän ajan. Lisäksi palvelussa on mahdollista kopioida ladatun tiedon URL-osoite (Uniform Resource Locator) ja liittää se vaikkapa sähköpostiin. Ilmaisessa Dropbox-versiossa on tallennustilaa vain 2 gigatavua, mutta yrityksille tarkoitetuissa maksullisissa versioissa tallennustilaa on saatavilla enemmän. Lisäksi yritysversiossa ratkaisut ovat tuotu lähemmäksi yritysten tarpeita – kuten esimerkiksi parempi tietoturvalisuus ja tietojen hallinto-ominaisuudet. (Snell 2010; Dropbox 2015 s.3–23)

## 2.5 Laadunhallinta ja jäljitettävyys

Kansainvälisen ISO 9001 standardin mukaan yrityksen tulee luoda, dokumentoida ja toteuttaa laadunhallintajärjestelmä, sekä ylläpitää ja parantaa jatkuvasti sen vaikuttavuutta (SFS-EN ISO 9001 2008, s.14)”. Tämän lisäksi organisaation tulee:

1. ”määrittää laadunhallintajärjestelmää varten tarvittavat prosessit ja niiden soveltaminen koko organisaatiossa
2. määrittää näiden prosessien keskinäinen järjestys ja vuorovaikutus
3. määrittää kriteerit ja menetelmät, joita tarvitaan varmistamaan näiden prosessien vaikuttava toiminta ja ohjaus
4. varmistaa näiden prosessien toiminnan ja seurannan tueksi tarvittavien resurssien ja informaation saatavuus
5. seurata, mitata jos mahdollista, ja analysoida näitä prosesseja
6. toteuttaa toimenpiteet, joita tarvitaan suunniteltujen tulosten saavuttamiseen ja prosessien jatkuvaan parantamiseen. (SFS-EN ISO 9001 2008, s.14)”

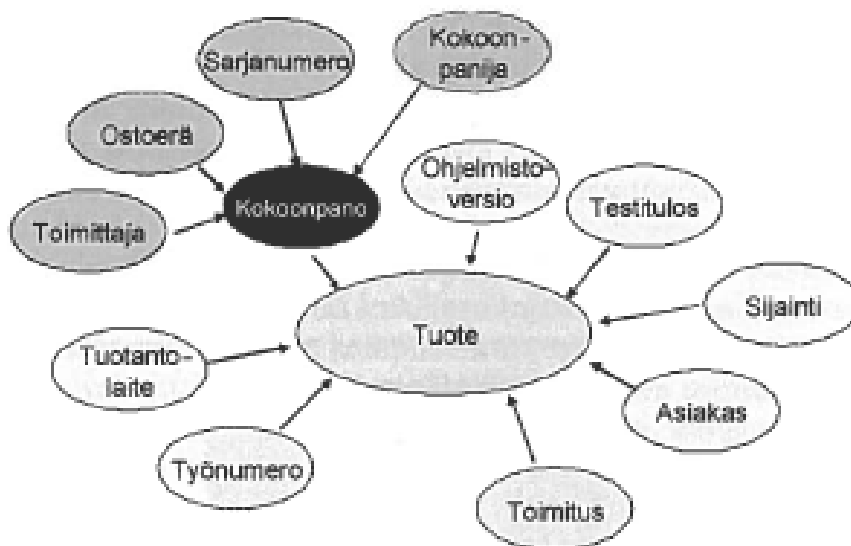
Jos organisaatio ulkoistaa joitain prosesseja, jotka vaikuttavat tuotteen vaatimustenmukaisuuteen, tulee organisaation varmistaa kyseisten prosessien ohjaus. Ulkoistettujen prosessien tyyppi ja niihin sovellettavan ohjauksen laajuus tulee määritellä organisaation laadunhallintajärjestelmässä. Laatustandardi määrittelee jäljitettävyyden seuraavasti: Jos tuotteen edellytetään olevan jäljitettävissä, organisaation tulee hallita yksittäisten tuotteiden tunnistettavuutta ja ylläpitää tästä tallenteita. (SFS-EN ISO 9001 2008, s.32)

Jäljitettävyys voidaan karkeasti jakaa tuoteprosessin jäljitettävyteen ja asiakasprosessin jäljitettävyteen. Tuoteprosessin jäljitettävyys liittyy tuotteen suunnitteluun ja markkinoille saattamiseen. Asiakasprosessin jäljitettävyydellä sen sijaan tarkoitetaan asiakkaalle valmistettavan ja toimitettavan tuoteyksilön jäljittämistä. PDM-järjestelmien perustoiminnot (luku 2.2) pystyvät vastaamaan lähes täydellisesti tuoteprosessin jäljitettävyydelle asetettuihin vaatimuksiin. Asiakasprosessin tuoteyksilökohtainen jäljitettävyys sen sijaan on paljon vaikeampaa, lähinnä siitä syystä, että harvoissa yrityksissä on panostettu riittävästi tuotanto- ja toimitusprosessien jäljittämiseen sekä jäljittämistä tukeviin tietojärjestelmiin. Lisäksi tilaus-toimitusprosessissa on useita vaiheita, joiden kaikkien kirjaaminen on varsin työläs prosessi. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.117)

Valmistettavan tuotteen ja yrityksen kannattavuutta voivat erityisesti heikentää suuret laatukustannukset, jotka aiheutuvat virheellisen tuotteen etenemisestä tilaus-toimitusketjussa. Laatukustannuksia lasketaan tavallisesti suorasta materiaalihävikistä, turhasta osavalmistus- ja kokoonpanotyöstä, tuotteen palautuksista, reklamaatioista, takuukorjauksista ja tuotemerkin arvon laskusta. Näiden lisäksi kustannuksia aiheuttavat lisääntyvät tuotevastuut ja sen myötä tulevat korvausvelvollisuudet. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.117)

Yrityksen tämänhetkistä kykyä jäljittää toimittamiaan tuotteita, voidaan mitata esimerkiksi pohtimalla: voiko yritys vetää spesifin tuotteen markkinoilta niin eksaktisti, että vain viallisen komponentin sisältävät yksilöt saadaan tilaus-toimitusketjussa kiinni, vai joudutaanko haarukoimaan mahdollisia tuoteyksilöitä ja jopa ilmoittamaan asiasta

uutisissa? Toinen hyvä mittari on, että kyetäänkö asiakkaalle toimittamaan vikakorjaus tai ohjelmistopäivitys pro-aktiivisesti, ennen kuin asiakas edes huomaa asian. Kerätyssä tiedossa olennaista on, että se kyetään yhdistämään jokaiseen laitteeseen ja asiakkaaseen. Kuvassa 12 on esiteltynä yleisimpiä jäljitettäviä tietoja. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.118)



**Kuva 12. Tuoteyksikön jäljitettävyyteen liittyvät tiedot. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.119)**

Suurin osa asiakasprosessiin liittyvää jäljitettävyystietaa syntyy osto-, valmistus-, kuljetus-, jakelu- sekä jälkimarkkinaprosessien aikana. Tiedon kerääminen mahdollisimman eheäksi ketjuksi mahdollistaa helpon ja nopean jäljityksen, jonka ansiosta yritys säästää paljon aikaa, rahaa ja resursseja. Tietoa pidetään tavallisesti monissa eri järjestelmissä, joten on erittäin tärkeää, että järjestelmien välillä kyetään siirtämään tietoa. (Sääksvuori & Immonen 2002, s.119–120)



### 3. DIPLOMITYÖSSÄ KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä luvussa esitellään diplomityössä käytettyjä tutkimusmenetelmiä. Tutkimus jakautui *kirjallisuustutkimukseen* sekä *toimintatutkimukseen*. Seuraavaksi esitellään hieman teoretietoa tutkimuksesta sekä esitellään käytetty menetelmä ja kuinka tutkimuksessa kerättiin aineistoa sekä analysoitiin kerättyä aineistoa.

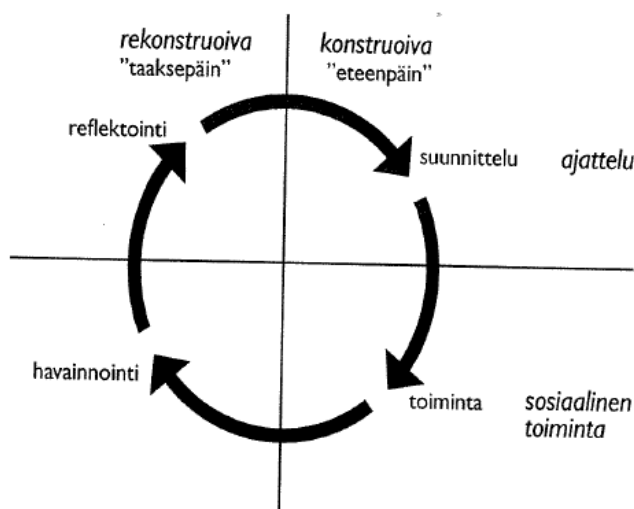
#### 3.1 Toimintatutkimus

Toimintatutkimus on ns. pehmeisiin tutkimusmenetelmiin lukeutuva tutkimusmenetelmä, jonka avulla puututaan todellisen elämän tapahtumiin ja tarkastellaan tämän väliintulon vaikutuksia (Anttila 1996, s.320). Toimintatutkimus määritellään useimmiten laadulliseksi tutkimukseksi (kvalitatiivinen tutkimus), mutta Heikkinen et al. (2007, s.37) mukaan tutkimus on todellisuudessa laadullisen ja määrällisen tutkimuksen väliatilassa. Toimintatutkimuksessa on luontevaa yhdistää erilaisia määrällisiä sekä laadullisia menetelmiä.

Menetelmällä pyritään saamaan täsmällistä tietoa tiettyä tilannetta tai tarkoitusta varten. Toimintatutkimuksen keskeinen menetelmä on keskustelu. Esimerkiksi palavereissa tutkijan tehtävänä on dokumentoida keskustelua, asetettuja tavoitteita, esitetyjä näkemyksiä sekä toimintaa. Tutkijan tehtävänä on myös välittää tieteellistä tietoa muille projektin jäsenille, jäsentää työskentelyä sekä esittää ongelmanratkaisumalleja. Toimintatutkimuksen tarkoituksena on kehittää uusia taitoja tai uutta lähestymistapaa johonkin spesifiin asiaan sekä ratkaista ongelmia, joilla on suora yhteys johonkin käytännölliseen toimintaan. Menetelmänä se on laskettavissa empiirisiin menetelmiin, koska siinä esiintyy paljon havainnointia ja muuta käyttäytymiseen liittyvää dataa. Toisaalta se on laskettavissa tulkitseviin menetelmiin (hermeneuttinen menetelmä), koska tutkijan on kyettävä tulkitsemaan tilannetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Toimintatutkimus on joustava ja mukautuva menetelmä, koska se sallii muutoksia tutkimuksen kuluessa. Tutkimuksen tavoitteet liittyvät tiettyyn tilanteeseen, jonka vuoksi sen tuloksilla on useimmiten hyötyä vain asianomaiselle kohteelle. (Anttila 1996, s.320–322.)

Prosessina toimintatutkimus hahmotellaan Heikkisen et al. (2007, s.78) mukaan vaihe vaiheelta johdonmukaisesti etenevänä prosessina, jossa: kirjallisuuskatsausta seuraavat tutkimussuunnitelma, tutkimustehtävien- ja ongelmien asettaminen, aineiston kerääminen ja analysointi sekä tulosten esittäminen ja laajemmat päätelmät.

Toimintatutkimus hahmotellaan usein syklinä, johon kuuluu uutta rakentavaa ja tulevaisuuteen suuntaavaa toimintaa (konstruoiva toiminta) sekä toteutuneen toiminnan havainnointia ja arviointia (rekonstruoiva toiminta). Kuvassa 13 on nähtävissä tutkimuksen sykli.

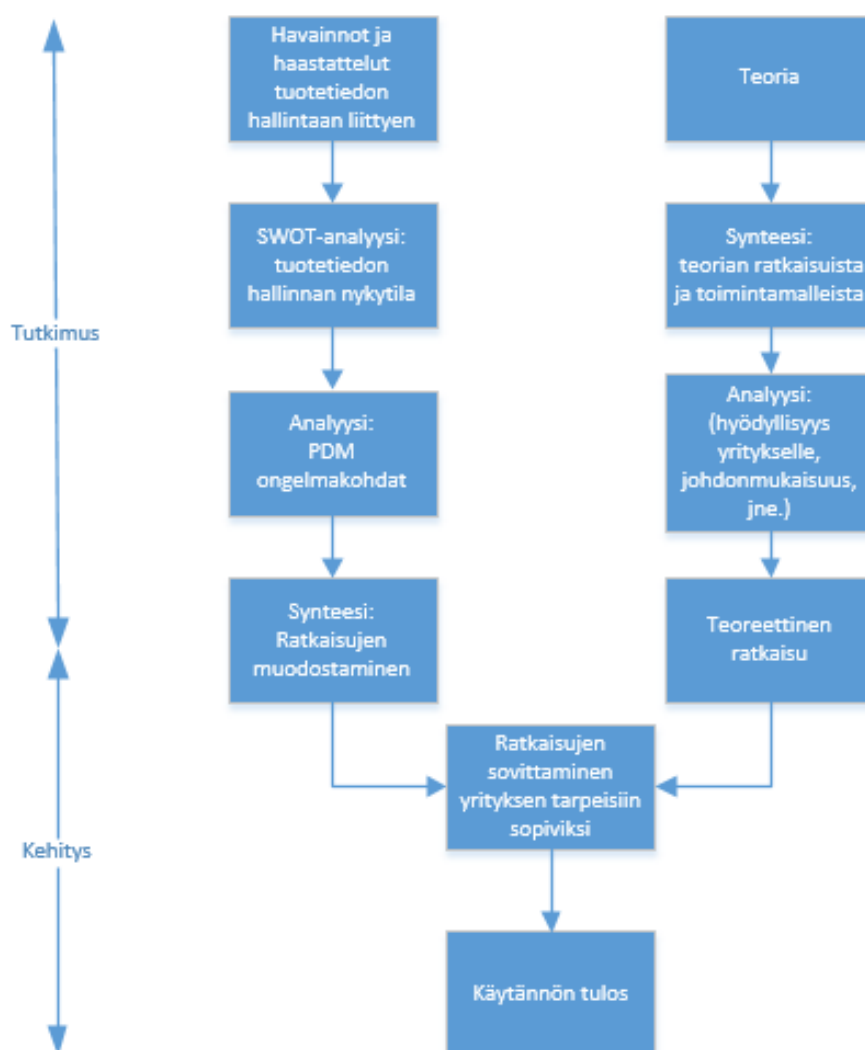


**Kuva 13. Tutkimuksen sykli. (Heikkinen et al. 2007, s. 79)**

Syklin vaiheet vuorottelevat kehämäisesti ja kierros voi alkaa mistä tahansa vaiheesta. Tutkimus alkaa usein jonkin yksityiskohdan tutkimisesta, joka johtaa yhä laajempiin ja yleisempiin kysymyksiin. Kehittämishankkeet johtavat usein useampaan peräkkäiseen sykliin, jotka tällöin muodostavat toimintatutkimuksen spiraalin. (Heikkinen et al. 2007, s. 78–79)

### 3.2 Teorian ja käytännön yhdistämiseen käytetty menetelmä

Tutkimuksen tekemisen tekniikat voidaan jakaa kahteen luonteeltaan erilaiseen pääryhmään, joita voidaan kutsua menetelmiksi. Nämä ovat: *Aineiston keruumenetelmät* ja *aineiston analyysimenetelmät*. Tutkimusmenetelmä on laajin käsite, jonka puitteissa voidaan valita erilaisia aineistonkeruumenetelmiä ja analyysimenetelmiä. (Kyrö 2003, s. 97.) Kuvassa 14 on esitelty diplomityön menetelmä.



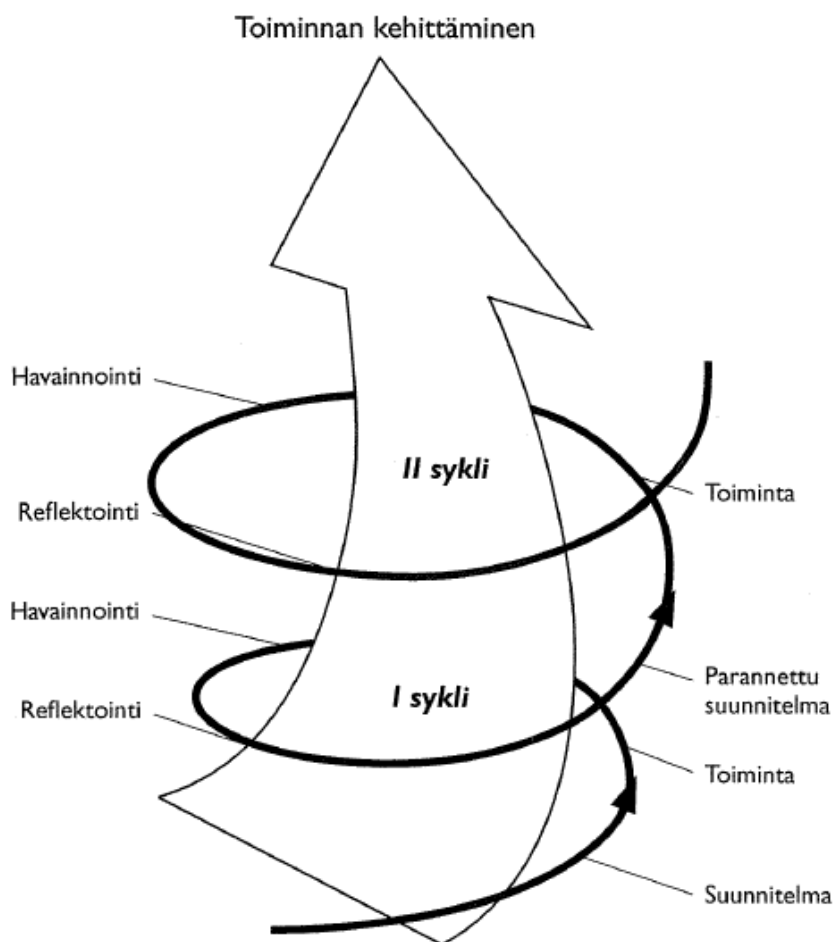
**Kuva 14. Teorian ja käytännön yhdistämisen kaavio. (Mukaillen, Harlou & Mortensen 2006, s.25)**

Tässä diplomityössä siis yhdistettiin teorian ja käytännön ratkaisumalleja yrityksen tarpeisiin sopiviksi. Seuraavaksi esitellään tarkemmin millaisia menetelmiä aineiston keruuseen sekä analyysiin käytettiin.

### 3.2.1 Aineiston keruu

Diplomityön tekeminen kohdeyritykselle aloitettiin huhtikuussa 2015. Diplomityön aihealueen ja tavoitteiden myötä työ päätettiin tehdä *toiminta-* sekä *kirjallisuustutkimuksena*. Tiedonkeruu tapahtui kuvan 15 toimintatutkimuksen spiraalin mukaan, joka on jatkokehitelty malli kuvassa 13 esitetystä toimintatutkimuksen syklistä. Lisäksi ohella tutkittiin kirjallisuudesta saatuja malleja ja teoriaa aihealueeseen liittyen koko diplomityöprosessin ajan. Lähteinä työn teoriaosuuden kirjallisuustutkimuksessa

on käytetty Tampereen teknillisen yliopiston ja PIKI kirjaston materiaaleja sekä Tampereen teknillisen yliopiston verkkoportaalien kautta löydettyjä tieteellisiä julkaisuja. Lisäksi alaan liittyviä standardeja on esiteltynä teoriaosuudessa.



**Kuva 15. Toimintatutkimuksen spiraali. (Heikkinen et al. 2007, s.81)**

Aluksi diplomityöntekijä tutustui noin kahden kuukauden ajan yrityksen toimintatapoihin, käytettäviin järjestelmiin sekä valmistettaviin tuotteisiin. Pääasiassa asioiden opiskelu tapahtui omatoimisesti kohdeyrityksen tiloissa. Tarvittaessa työntekijöiltä saatiin koulutuksia järjestelmien käyttöön. Lisäksi diplomityöntekijä pääsi tekemään hieman mekaniikkasuunnittelua, jonka avulla käytössä oleva PDM-järjestelmä tuli tutummaksi – eli tehtiin *osallistuvaa havainnointia* (Hyysalo 2009, s.114). Ajanjakson aikana *havainnoitiin* tilanteita myös *passiivisesti* ja kirjattiin ylös kaikki ongelmat ja epäkohdat, joita kohdattiin yrityksessä (Hyysalo 2009, s.111). Lisäksi diplomityöntekijä opiskeli tuotetiedon hallintaan liittyvää *kirjallisuutta* sekä osallistui aiheeseen liittyviin *seminaareihin* ja *palavereihin*.

Toukokuussa 2015 tehtiin haastattelu kohdeyrityksen jokaiselle toimialueelle. Haastattelu päätettiin tehdä jokaiselle toimialueelle, koska tutkimusaihe oli vielä

suhteellisen avoin ja haastattelun avulla pystyttiin saamaan parempi kuva työntekijöiden työnkuvasta. Esitettyjen kysymysten perusrunko oli seuraavanlainen:

- Mitä kuuluu työnkuvaasi?
- Mitä ohjelmistoja käytät yrityksessä?
- Mitä tietoa tarvitset toimissasi?
- Mistä saat tarvitsemaasi tietoa?
- Mitä tietoa tuotat toimissasi?
- Mitä ongelmia käyttämissäsi prosesseissa tai järjestelmissä on tällä hetkellä?
- Mitä tietoa olisi hyvä jakaa ulkoiseen loppukokoonpanoon?
- Miten tietoa kannattaisi jakaa ulkoiseen loppukokoonpanoon?
- Mitä itse parantaisit yrityksen nykyisissä järjestelmissä tai toimintatavoissa?

Edellä esitettyjen peruskysymysten lisäksi haastatteluissa kysyttiin paljon täsmentäviä sekä toimialueeseen kohdistuvia *avoimia haastattelukysymyksiä*. Haastattelujen ajankohdat on merkittynä työalueittain tämän työn lähteisiin. Ennalta suunniteltujen haastattelujen lisäksi tutkimuksessa käytettiin todella paljon *havainnointihaastattelumenetelmää*. Menetelmässä havainnoija seuraa läheltä työsuorituksen kulkua ja kyselee aina, kun hänelle on epäselvää mitä, miten tai miksi havainnoitava toimii kyseisellä tavalla (Hyysalo 2006, s.107). Havainnointihaastattelujen avulla pystyttiin luomaan tapahtumankulkua kuvaavat mallit, joista muodostettiin prosessien kulkumallit. (Hyysalo 2006, s.111). Kyseisellä menetelmällä pystyttiin kuitenkin määrittelemään vain yrityksen sisäisten prosessien kulkua. Tämän lisäksi tuli määrittää tuotannon ulkoistamisen lähtötilanne tuotetiedon hallinnan näkökulmasta, joten toisella haastattelukierroksella keskityttiin haastattelemaan toimihenkilöitä siitä, kuinka talvella 2014–2015 Yhdysvalloissa tehty loppukokoonpano tapahtui heidän näkökulmastaan. Haastattelut tehtiin avoimina haastatteluina, joiden yhteydessä pyrittiin erityisesti mallintamaan prosessien- ja tiedonkulkua silloin, kun loppukokoonpano on ulkoistettu. Haastateltavien välillä oli kuitenkin joissain asioissa merkittäviä mielipide-eroja siitä, kuinka asiat kyseisessä projektissa hoidettiin. Tällaisissa tapauksissa pyrittiin hakemaan useammalta henkilöltä näkemys asioiden kulusta, jotta saataisiin mallinnettua mahdollisimman tarkasti lähtötilanne prosesseissa ja tiedonkuluissa. Haastattelujen lisäksi osittain tietoa saatiin Villasen 2015 tekemästä diplomityöstä, jossa kyseinen projekti on dokumentoituna tuotannon näkökulmasta. Lisäksi tutkimuksen edetessä joitain prosessi- ja tiedonkulkukaavioita tarkennettiin vielä ylimääräisten haastattelujen avulla.

### 3.2.2 Aineiston analysointi

Aineiston analysointi aloitettiin tekemällä kohdeyrityksen tuotetiedon hallinnasta SWOT-analyysi. Kerätystä aineistosta muodostetusta analyysistä saatiin selkeästi esille asiat, joihin tutkimuksen varsinaisessa analyysivaiheessa tulisi keskittyä. SWOT-

analyysi muuttui ja täsmentyi tutkimuksen edetessä, kun uusia ja tarkentavia tietoja saatiin kerättyä. SWOT-analyysillä pyrittiin tuomaan esille analysoitavan asian sisäiset vahvuudet (Strengths) ja heikkoudet (Weaknesses) sekä ulkoiset mahdollisuudet (Opportunities) ja uhat (Threats) (Goodrich 2015). SWOT-analyysin vahvuudet ja heikkoudet saatiin kerätystä tutkimusmateriaalista. Mahdollisuudet ja uhat muodostettiin kerätyn tutkimusmateriaalin sekä kirjallisuudesta saadun teorian pohjalta.

Kun PDM ongelma- sekä kehityskohteet olivat selvillä ja rajattuna, aloitettiin ratkaisumallien muodostaminen. Kehitysehdotusten muodostaminen osoittautui suhteellisen vaikeaksi prosessiksi, koska niihin vaikuttavia asioita oli monia. Ratkaisumallit päätettiin muodostaa vertailemalla ja yhdistelemällä, käytännön ja teorian ratkaisumalleja. Ensiksi mallinnettiin, miten prosessien tulisi kulkea. Tämän jälkeen tutkittiin millä järjestelmillä kyseiset ja nykyiset prosessit olisi mahdollista toteuttaa.

Diplomityön lopuksi tehtiin vielä benchmark-vierailu yrityksessä, missä tässä työssä esitetty dokumenttien hallinnan toimintatapa on käytössä. Kyseisessä vierailussa oli PDM-järjestelmätoimittaja (Modultek) vahvasti mukana, sillä he valitsivat tässä työssä esitettyjen kehitysehdotusten pohjalta sellaisen yrityksen, jossa on kyseinen toimintatapa käytössä. Vierailun avulla pystyttiin myös varmistamaan, että ainakin osa tässä työssä esitetyistä ratkaisuideoista on mahdollista ja järkevää toteuttaa kohdeyrityksessä.

## 4. KOHDEYRITYKSEN NYKYTILANNEANALYYSI

Tässä luvussa esitellään kohdeyrityksen nykytilanteeseen liittyviä pohjatietoja lyhyesti. Esiteltyt asiat keskittyvät erityisesti toimintatapoihin, käytössä oleviin järjestelmiin sekä yrityksen tulevaisuuden tavoitteisiin. Esiteltyillä asioilla on suora vaikutus myös tämän diplomityön lopussa esitettyihin kehitysehdotuksiin.

### 4.1 Kohdeyrityksen toimintatavat

Yrityksen toimintatapa tuotteiden valmistuksessa vaihtelee suuresti. Pääsääntöisesti yritys pyrkii toteuttamaan toimintatapaa, jossa erilaisia tuotteita pystyttäisiin valmistamaan konfiguroinnin avulla nopeasti (Configure-to-order – CTO) (Goehring 2012). Todellisuudessa asiakkaat kuitenkin vaativat usein räätälöityjä mittoja sekä tiettyjä komponentteja nostosiirtovaunuun, jolloin joitain vaunun osia joudutaan suunnittelemaan kokonaan uudestaan (Engineer-to-order – ETO) (Goehring 2012).

Yrityksessä on tällä hetkellä käytössä 2 eri toimintatapaa tilaus-toimitusprosessissa. Seuraavaksi esitellään toimintatutkimuksen menetelmillä muodostettu toimintatapa, kun koko tuote valmistetaan kokonaan Suomessa sekä haastattelujen ja Villasen (2015, s.54–69) diplomityön avulla muodostettu toimintamalli, kun loppukokoonpano tapahtuu ulkomailla.

#### 4.1.1 Kun koko tuote valmistetaan Suomessa

Projektin myyminen on pitkä ja aikaa vievä prosessi. Myyntiorganisaatio on säännöllisessä yhteydessä asiakkaisiin ja reagoi yhteydenottoihin. Kun tarvetta tilaukselle ilmaantuu, aloittaa myyntihenkilö kartoittamaan tarkemmin asiakkaan tarvetta. Kun asiakkaan tarvitsemat mitat ja ominaisuudet on vaunulle määritelty, pohtii myyntiorganisaatio ja tarpeen vaatiessa suunnittelijat, onko kyseinen vaunu mahdollista rakentaa. Jos suunnitelma on todella paljon normaalia poikkeava, tarvitaan myös toimitusjohtajan hyväksyntä projektin jatkumiseen. Hyväksytyjen projektien kohdalla myyntiorganisaatio jatkaa automaatio- ja mekaniikkasuunnittelijoiden kanssa laitteen tarkemman suunnitelman ja kuvaavan mallin työstämistä. Esitystä myös muutellaan ja parannellaan asiakkaan haluamalla tavalla, jonka jälkeen aloitetaan myös hintaneuvottelut laitteesta. Jos myyntineuvottelut onnistuvat, perustetaan tilaukselle projekti toiminnanohjausjärjestelmään ja pidetään projektin aloituspalaveri, jossa myyntiorganisaatio esittelee projektiin valituille mekaniikka- ja automaatio-suunnittelijoille projektin yksityiskohtaisesti. Yrityksessä on kokeneita

mekaniikka- ja automaatio suunnittelijoita, joten yleensä vaunun suunnitteluun valitaan yksi mekaniikka- ja yksi automaatio suunnittelija. Palaverissa katsotaan myös alustavasti läpi osat, joiden toimitusaika on niin pitkä, että ne täytyy mitoittaa ja tilata mahdollisimman aikaisin, jotta varmistetaan aikataulussa pysyminen.

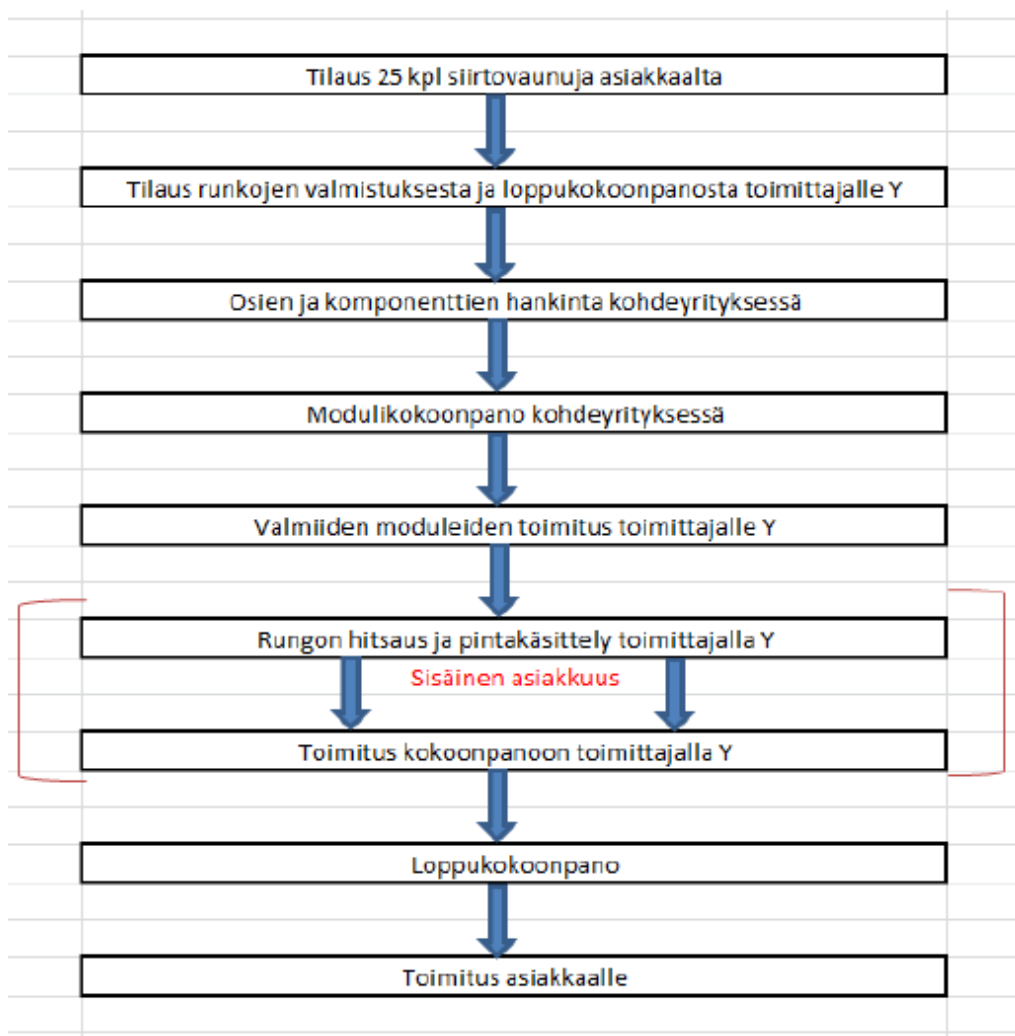
Suunnittelutyöt aloitetaan suunnittelemalla ensiksi laitteen mekaaniset osat. Kun mekaniikkasuunnittelu on mitoittanut automaation kannalta kriittiset osat, kuten hydraulisylinterit, voi myös automaatio suunnittelu alkaa. Tässä vaiheessa mekaniikkasuunnittelun automaatioon liittyvien osien valinnat, tulisi kuitenkin olla lopullisia, sillä vaihtelut niissä, aiheuttaa muutoksia myös automaatio suunnitteluun. Tämän jälkeen mekaniikkasuunnittelu jatkaa vaunun viimeistelyä ja kun automaatio suunnittelu on saanut mitoitettua ja suunniteltua automaatioon tarvittavat komponentit, lisää mekaniikkasuunnittelu ne laitteen kokoonpanoon. Pääsääntöisesti yrityksessä ostot aloitetaan vasta silloin, kun vaunun koko rakenne on siirretty PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään. Joissain kriittisissä komponenteissa tilaukset voidaan tehdä myös etukäteen, mutta kyseistä toimintatapaa ei suositella, koska se on joskus aiheuttanut ongelmatilanteita ostotilauksissa. Jos rakenteelle joudutaan tekemään muutoksia jälkikäteen, siirretään muutettu moduuli toiminnanohjausjärjestelmään ja linkitetään projektille. Rakenteen saapuessa toiminnanohjausjärjestelmään hankintaosasto aloittaa komponenttien ja alihankintaosien hankinnan. Liite A:ssa olevasta työnkulkukaaviosta voidaan nähdä kenelle työtehtävät ajoittuvat milloinkin suunnittelun ja kokoonpanon välillä.

Yritys ei itse valmista mitään osia, vaan ainoastaan kokoaa niistä valmiin tuotteen. Yrityksestä löytyy kuitenkin joitain pieniä työstökoneita, joilla pienet suunnittelu- ja valmistusvirheet on mahdollista korjata. Nostosiirtovaunun kokoonpano aloitetaan tuotantotiloissa, kun runko on saapunut alihankkijalta. Kokoonpanon yhteydessä vaunun järjestelmään ajetaan myös automaatio suunnittelun muokkaama laitekohtainen ohjelma ja suoritetaan laitteen testaus. Testaus tehdään erityisessä testauskoneella, jolla pystytään kokeilemaan laitteen toiminnot läpi ilman vetomestaria. Yritys toimittaa siis valmiiksi testattuja ja heti käyttövalmiita laitteita asiakkailleen. Laitteen käyttöönotto ja koulutus tapahtuu yleensä asiakkaan luona laitteen toimituksen yhteydessä. Tällä varmistetaan, että kuljettajat osaavat käyttää laitetta oikein ja kaikki halutut ominaisuudet varmasti toimivat. Tämän jälkeen laite luovutetaan asiakkaalle virallisesti, joka päättää projektin.

#### **4.1.2 Kun loppukokoonpano ulkomailla**

Kohdeyritys valmisti keväällä 2015 nostosiirtovaunuja konseptilla, jossa vaunujen loppukokoonpano tehtiin Yhdysvalloissa. Luvusta 5.2 löytyy täydentävää tietoa kohdeyrityksen nykyisistä toimitavoista, kun loppukokoonpano on ulkoistettu. Kuvassa 16 on nähtävissä konseptin tilaus-toimitusprosessi.





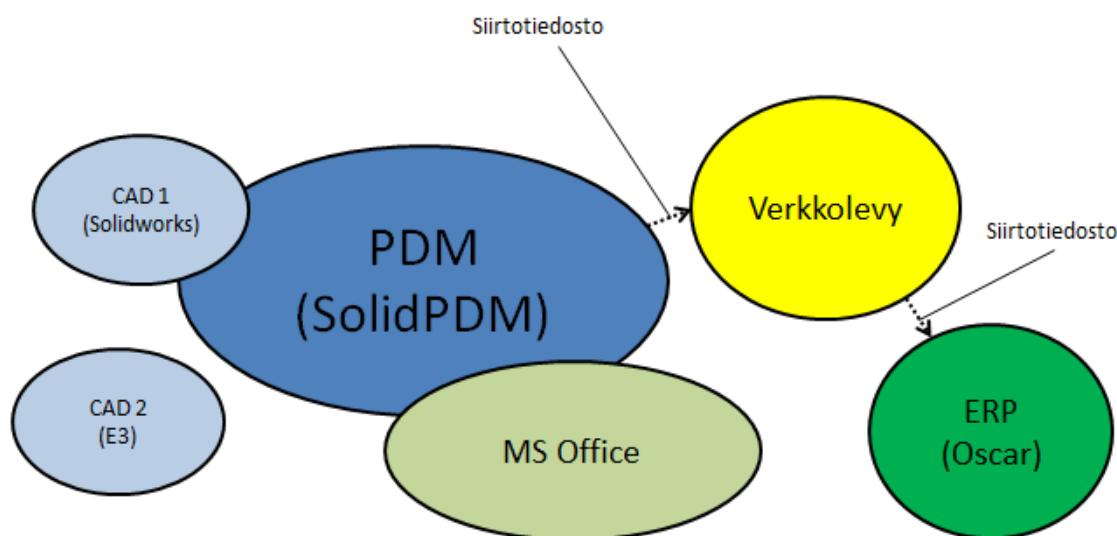
**Kuva 16. Tilaus-toimitusprosessi. (Villanen 2015a, s.35)**

Kohdeyrityksen konserni oli mukana projektin myymisessä, tuotantopaikkojen valinnassa sekä apuna tiedon siirtämisessä. Kyseisessä projektiin valittu toimittaja valmisti siirtovaunun rungon, sekä teki loppukokoonpanon. Moduulikokoonpanot ja lähes kaikki siirtovaunun komponentit toimitettiin konteilla Suomesta toimittajalle. Kohdeyritys keskittyi projektissa siirtovaunujen suunnitteluun, komponenttien hankintaan, moduulien kokoonpanoon, laivaukseen sekä laadunvalvonnan tekemiseen toimittajalla. Lisäksi kohdeyritys teki asiakasrajapinnassa vaunujen käyttöönoton ja koulutuksen operaattoreille vaunujen käyttöön. (Villanen 2015a, s.34)

## 4.2 Käytössä olevat järjestelmät ja niiden väliset integraatiot

Kohdeyrityksen tuotetiedon hallinta ei ole tällä hetkellä kovin korkealla tasolla. Ainoastaan CAD-ohjelman ja PDM-järjestelmän välille on muodostettu integraatio. Lisäksi MS Officesta pystyy ottamaan haluttuja dokumenttipohjia käyttöön, mutta kyseistä ominaisuutta ei käytetä yrityksessä. Nykyään PDM-järjestelmästä siirretään

tietoa ERP-järjestelmään siirtotiedostojen avulla. Kuvassa 17 on nähtävissä yrityksen koko ”PLM-arkkitehtuuri” ja järjestelmien väliset integraatiot.



**Kuva 17. Nykyiset järjestelmien väliset integraatiot.**

Yritys käyttää tällä hetkellä tuotetiedon hallintaan SolidPDM nimistä PDM-järjestelmää, jonka valmistaja on suomalainen Modultek Oy (SolidPDM 2015). Kyseisellä järjestelmällä hallitaan nostosiirtovaunun nimiketietoja ja niihin liittyviä suunnittelun dokumentteja. Mekaniikkasuunnittelu tehdään Solidworks-ohjelmalla ja suunnittelutieto tallennetaan saman tien PDM-järjestelmään. Tällä hetkellä automaattisuunnittelu tekee omalla ohjelmallaan (E3) automaattisuunnittelun, jonka rakenteen mekaniikkasuunnittelu joutuu lisäämään ja osittain mallintamaan PDM-järjestelmään. Kun suunnittelu on saatu täysin valmiiksi, lähetetään tuotteen rakenne (BOM), yrityksen ERP-järjestelmään siirtotiedoston avulla. Toiminnanohjaukseen kohdeyritys käyttää suomalaista Oscar ERP-järjestelmää (Oscar 2015).

Taulukossa 4 on nähtävissä ohjelmakohtaiset käyttäjälisenssit työalueittain. Taulukoon on kirjattuna merkintä ”x”, jos toimihenkilöillä on lisenssi kyseiseen ohjelmaan. Merkintä ”x/-” tarkoittaa, että kyseisellä osastolla osalla henkilöistä on mahdollisuus käyttää kyseistä ohjelmaa, mutta ei kaikilla. Yrityksellä on käytössä tietty määrä ohjelmistolisenssejä SolidWorksiin ja SolidPDM:ään. Varsinkin SolidPDM:n kohdalla tämä aiheuttaa hieman hankalia tilanteita, koska lisenssien käyttäjiä joudutaan vaihtelevaan käyttötarpeen mukaan.

**Taulukko 4. Kohdeyrityksen nykyiset ohjelmakohtaiset lisenssit.**

Ohjelmien käyttäjät	Solidworks (CAD)	E3 (CAD)	SolidPDM (PDM)	Oscar (ERP)	Verkkolevy
Myynti	x/-		x	x	x
Mekaniikkasuunnittelu	x		x	x	x
Automaatiosuunnittelu		x	x	x	x
Hankinta			x/-	x	x
Tuotanto				x	x
Service				x	x
Hallinto				x	x

Nykyään jokaisella SolidPDM lisenssin omaavalla käyttäjällä on täydet oikeudet PDM-järjestelmään. Pääasiassa kuitenkin vain suunnittelijat tekevät järjestelmässä muutoksia nimikkeisiin ja dokumentteihin ja loput käyttäjistä vain lukevat tietoa. Kyseinen toimintatapa on ollut käytössä, koska yrityksessä ei ole ollut käytössä töiden hyväksymiskäytäntöä, vaan jokainen suunnittelija on itse siirtänyt valmiin työn ERP-järjestelmään. Käytäntö on toiminut suhteellisen hyvin, koska yrityksen suunnittelijat ovat kokeneita. Kyseisellä toimintatavalla yritys on nopeuttanut suunnitteluun kuluva aikaa ja nopeuttanut tilaus-toimitusprosessia.

### 4.3 Kohdeyrityksen tavoitteet

Kohdeyritykseen tehdyn ulkoisen auditoinnin perusteella, yritys täyttää laatustandardin ISO9001/2008 vaatimukset. Yrityksessä suunnitellaan myös jo ISO9001/2015 standardin käyttöönottoa, joka on pääpiirteiltään samanlainen, kuin käytössä oleva ISO9001/2008. Tässä työssä tulisi huomioida myös standardien asettamat tarpeet, jotta laatustandardin vaatimukset täytetään.

PDM kehitysehdotuksiin vaikuttaa myös konsernin asettamat tavoitteet kohdeyritykselle. Kohdeyritys voidaan lukea tällä hetkellä pk-yritykseksi ja konsernin asettamana ensisijaisena tavoitteena on pitää nykyinen liikevaihtotaso. Kasvua tietenkin tavoitellaan, mutta tuotetiedon hallintajärjestelmän lähitulevaisuuden tarpeet voidaan mitoittaa yrityksen nykyisen koon mukaan, koska kovin kallista ja raskasta PLM-järjestelmää ei ole järkevää investoida nykyisillä näkymillä ja tavoitteilla.

## **5. KOHDEYRITYKSEN TUOTETIEDON HALLINNAN KEHITYSKOHTEIDEN ESITTELY JA ANALYSOINTI**

Tämän työn keskeisenä kehityskohteenä on yrityksen tuotetiedon jakamisen kehittäminen, kohdeyrityksen ja ulkoisen loppukokoonpanon välillä. Tässä luvussa esitellään ja analysoidaan ongelmakohtia, jotka erityisesti vaikuttavat sellaisiin projekteihin, joissa loppukokoonpano on ulkoistettu. Luvun aluksi esitellään SWOT-analyysi kyseiseen aihealueeseen liittyen. Lopuissa alaluvuissa avataan havaittuja PDM ongelmakohtia tarkemmin. Esitetyt ongelmakohdat menevät osittain päällekkäin, joten joissain kohdissa saattaa tulla hieman asioiden toistoa.

### **5.1 Tuotetiedon hallinnan SWOT-analyysi**

Kuvassa 18 on nähtävissä kohdeyrityksen tuotetiedon hallinnan SWOT-analyysi. Analyysiin kerätty aineisto on pääasiassa saatu haastattelujen avulla, mutta myös erilaisilla havainnointitavoilla on ollut suuri merkitys aineiston keräämisessä. Kerättyä aineistoa koostettiin ja tiivistettiin, jotta kohdeyrityksen suurimmat ongelma- ja kehityskohteet tulisivat selvemmin selville.

	+	-
Sisäiset asiat	S=Vahvuudet	W=Heikkoudet
	<ul style="list-style-type: none"> <li>PDM nimikkeissä suhteellisen toimiva nimeämiskäytäntö</li> <li>Yrityksen koko mahdollistaa nopeammat sisäänajot järjestelmä- ja prosessimuutoksissa.</li> <li>Hiljaista tietoa on paljon</li> <li>Mekaniikka- ja automaatio suunnittelussa positiivinen ilmapiiri PDM-järjestelmän muutoksille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiedonjakaminen yrityksen ja toimittajan välillä</li> <li>Ohjeiden taso ei ole nykyisellään riittävä ulkoistettuun loppukokoonpanoon</li> <li>Osien ja tuotteen jäljitettävyyttä</li> <li>Suunnittelun muutos hallinta</li> <li>Yleinen projektin hallinta ja sen dokumentaatio (dokumentteja ei hallita PDM-järjestelmällä)</li> <li>Vaunun suunnittelutapa ja suunnitteluun liittyvät dokumentit</li> <li>Hiljaisen tiedon dokumentointi</li> </ul>
Ulkoiset asiat	O=Mahdollisuudet	T=Uhat
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yhteistyön lisääminen kohdeyrityksen ja yhteistyökumppaneiden välillä</li> <li>PDM-järjestelmään projektien dokumenttien hallinta, jolloin niiden hallinta olisi selkeämpää</li> <li>Erilainen suunnittelukäytäntö</li> <li>Dokumenttien laadun sekä niiden hallinnan parantaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muutosvastarinta, varsinkin tuotannon puolella</li> <li>Ei riittävää perehdyttämistä mahdollisiin uusiin järjestelmiin, jolloin monet järjestelmän hyödyt saattaa jäädä hyödyntämättä</li> <li>Uusien järjestelmien käyttöönottoprojektit paisuvat ja viivästyvät</li> </ul>

**Kuva 18. Yrityksen tuotetiedon hallinnan SWOT.**

Kaikkiin havaittuihin ongelma- ja kehityskohtiin ei tässä työssä paneuduta syvällisesti. Seuraavissa alaluvuissa esitellään hieman tarkemmin ongelma-kohtia, jotka liittyvät tämän diplomityön tavoitekysymyksiin.

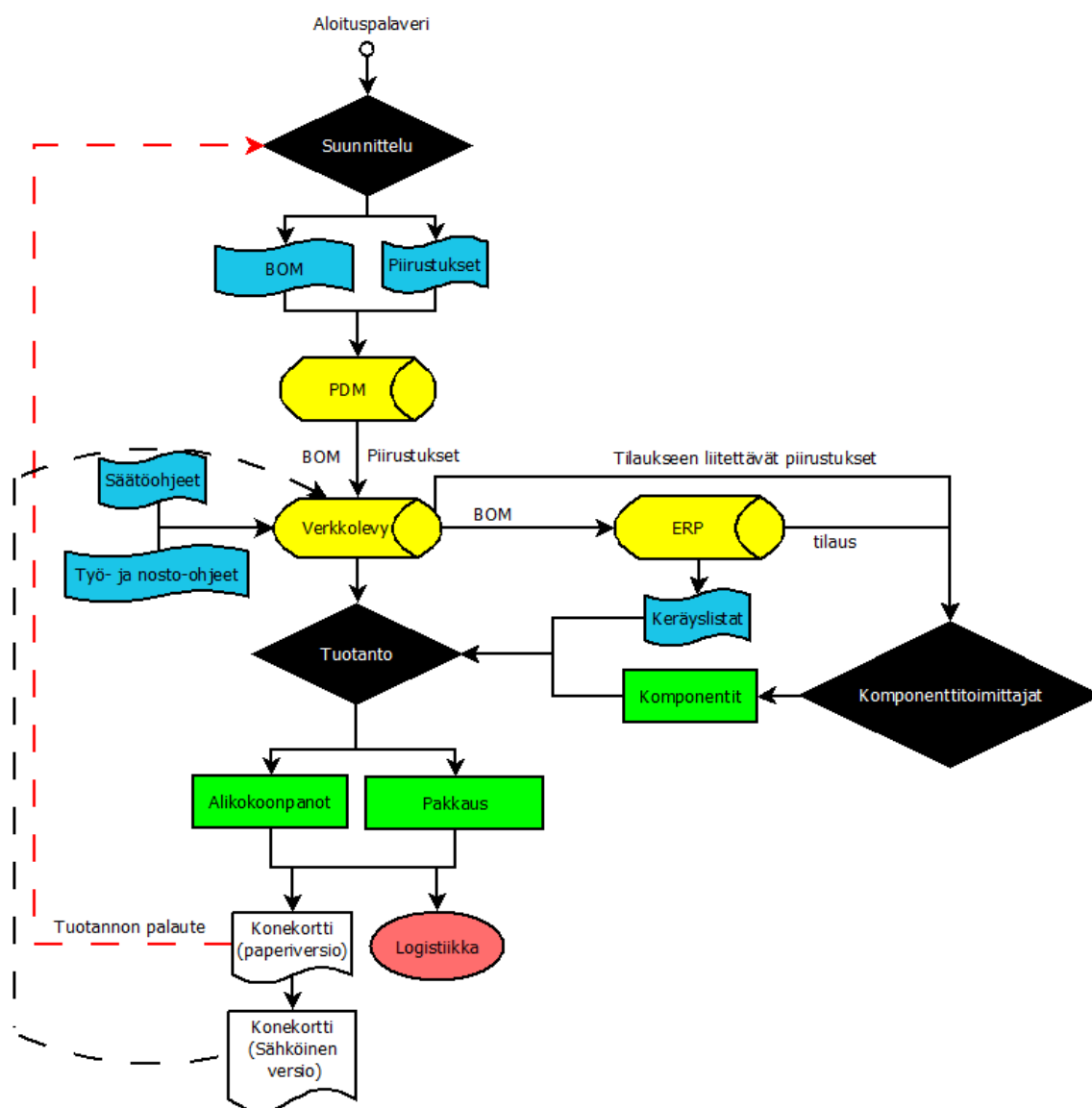
## 5.2 Nostosiirtovaunun tuotetiedon jakaminen kohdeyrityksen sisällä sekä ulkoiseen käyttöön

Kohdeyrityksen ja ulkoisen loppukokoonpanon välinen tietoliikenne tapahtui Villasen (2015b) haastattelun mukaan pääasiassa sähköpostin välityksellä sekä kasvotusten.

Projektissa yritys käytti tuotteen valmistuskuvien siirtämiseen FTP-serveriä, koska suunnittelutiedoista koostettu kuvapaketti oli liian suurikokoinen lähetettäväksi sähköpostilla. Näitä toimintatapoja halutaan kuitenkin kehittää yrityksen johdon päätöksestä. Tämän työn yksi päätavoitteista on tarkastella parempia vaihtoehtoja tuotetiedon jakamiseen kohdeyrityksen ja ulkoisen toimittajan välillä. (Laitinen 2015)

### 5.2.1 Tuotetiedon kulku kohdeyrityksessä

Kuvassa 19 on nähtävissä, kuinka tuotetietoa luotiin ja jaettiin projektin aikana kohdeyrityksessä. Aloituspalaveriin osallistui kaikki projektiin valitut henkilöt kohdeyrityksestä ja siellä esiteltiin suunniteltava tuote yksityiskohtaisesti. Tämän jälkeen alkoi kyseisen nostosiirtovaunun suunnittelu. Suunnittelu tehtiin täysin alusta, koska Yhdysvalloissa käytettiin eri mittayksikköä sekä toleransseja.

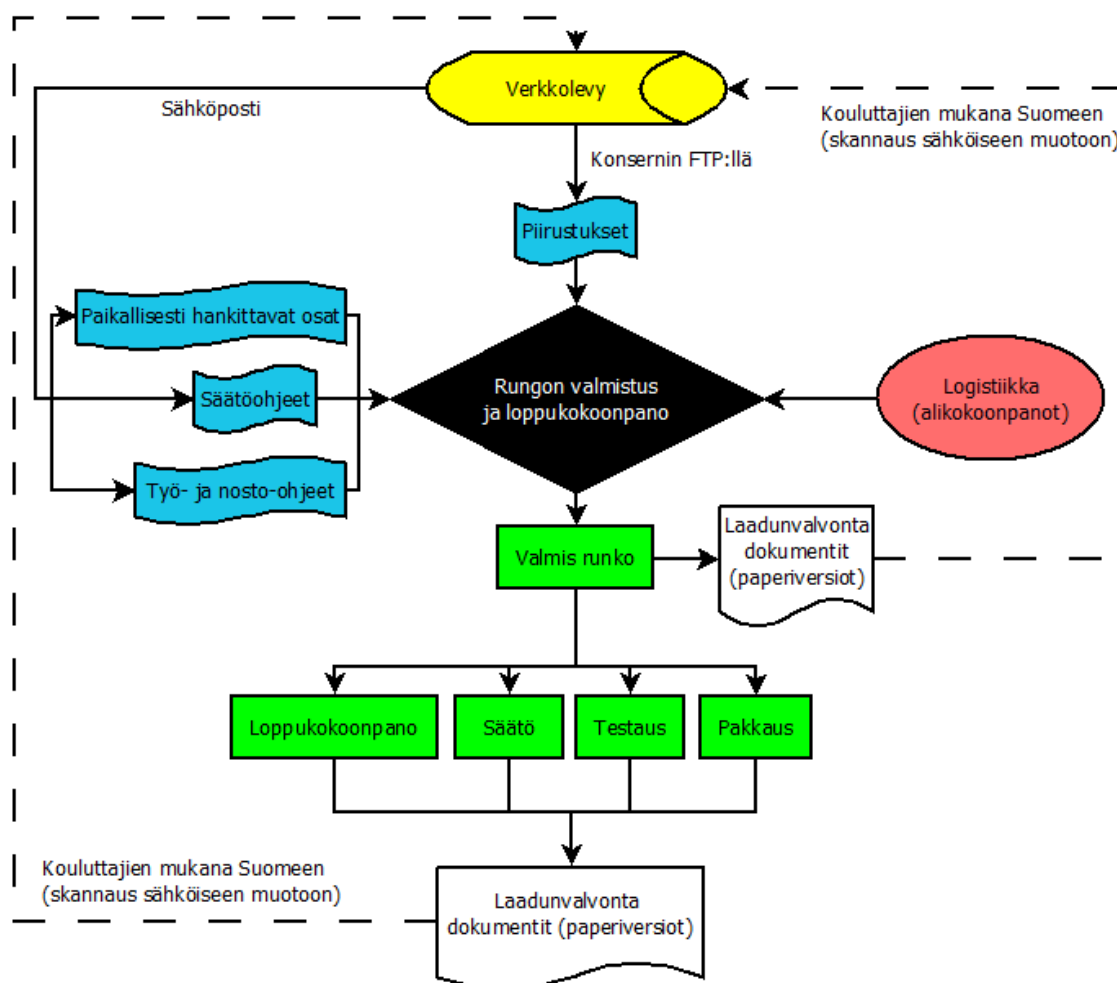


Kuva 19. Tuotetiedon kulku kohdeyrityksessä.

Suunnittelijat suunnittelivat nostosiirtovaunun vaiheittain, tallettaen sitä samalla PDM-järjestelmään. Sääto-, työ- ja nosto-ohjeita ei tarvinnut erikseen suunnitella, vaan projektissa pystyttiin käyttämään aiempien projektien tietoa hyväksi. Kun suunnittelijat saivat rakenteen (BOM) ja tarvittavat piirustukset valmiiksi, ladattiin piirustukset verkkolevyille projektikansioon ja rakenne siirrettiin siirtotiedostolla verkkolevyn kautta ERP-järjestelmään. Seuraavaksi rakenteen komponentit tilattiin kohdeyritykseen kuvan 19 mukaisella tavalla sekä tilattiin rungot Yhdysvalloista valitulta toimittajalta. Samalla toimittajalle toimitettiin piirustukset FTP-serverin välityksellä. Kun komponentit saapuivat kohdeyritykseen, aloitettiin alikokoonpanojen kokoonpano. Kokoonpano pyrittiin tekemään mahdollisimman valmiiksi, jotta uusilla ulkoisilla kokoonpanijoilla olisi helpompi työ loppukokoonpanossa. Alikokoonpanojen valmistuttua tarvittavat komponentit ja valmiiksi kootut moduulit pakattiin kontteihin. Pakkauksen teki kokenut asentaja tuoterakenteen mukaan, ja samalla hän vielä tarkasti puuttuuko suunnittelurakenteelta osia. Joitain osia jäi tämänkin jälkeen vielä puuttumaan, joten yrityksen täytyi tehdä verrattain kalliita jälkilähetystyksiä Yhdysvaltoihin. Pakkausprosessi dokumentoitiin ottamalla paljon kuvia laatikoihin pakatuista tuotteista, jotta voitaisiin myös kuvista varmistamaan mitä osia on lähetetty. Kyseinen toimenpide tehtiin myös helpottamaan mahdollisia tulevaisuuden tilauksien pakkaamisprosessia. Pakkauksista tehtiin myös pakkauslistat excelillä, jotta laatikoiden purkaminen Yhdysvalloissa olisi helpompaa. Tämän jälkeen kontit lähetettiin Yhdysvaltoihin toimittajalle. Alikokoonpanojen tuotantodokumentointi tehtiin fyysiseen kansioon, jonka tiedot tarkastettiin suunnittelijoiden toimesta. Lisäksi suunnittelijat päivittivät kokoonpanossa tehdyt muutokset myös suunnitelmiin. Tämän jälkeen kansion tiedot muutettiin sähköiseen muotoon ja lisättiin verkkolevyille projektikansioon. (Villanen 2015a, s.40–41)

### **5.2.2 Tuotetiedon kulku kohdeyrityksen ja ulkoisen toimittajan välillä**

Tuotetiedon jakaminen ulkoiselle toimittajalle tehtiin kuvan 20 mukaisella tavalla. Kuten kuvasta on nähtävissä, tuotetietoa jaettiin verrattain vähän. Nostosiirtovaunujen valmistus onnistui kuitenkin mallikkaasti, koska paikalla oli kohdeyrityksen henkilöitä ohjaamassa toimintaa. Kuvassa normaalit tiedonkulkuviivat tarkoittavat, että kyseinen tuotetieto on tullut kohdeyritykseltä toimittajalle ja katkonaiset viivat tarkoittavat ulkoiselta toimittajalta kohdeyritykselle lähettämää tuotetietoa.



**Kuva 20. Tuotetiedon kulku ulkoiselle toimittajalle ja sieltä takaisin.**

Tuotetietoa jaettiin kohdeyrityksen verkkolevyltä FTP-serverillä sekä sähköpostilla ulkoiselle toimittajalle. Kuvien avulla ulkoinen toimittaja valmisti nostosiirtovaunun rungon ja teki loppukokoonpanon (Laitinen 2015). Alikokoonpanot tulivat laivattuna Suomesta. Runkojen mitoista tehtiin laadunvalvontaa, koska niiden mitat ovat kriittisiä nostosiirtovaunujärjestelmän toimivuuden kannalta. Kyseiset dokumentit toimitettiin paperimuodossa kouluttajien mukana suomeen, jonka jälkeen ne skannattiin sähköiseen muotoon kohdeyrityksessä ja liitettiin verkkolevyn projektikansioon. Ainoastaan rungonmittauksen laadunvalvontapöytäkirjojen tarkkailussa käytettiin excel-pohjaa, johon arvot kirjattiin suoraan sähköiseen muotoon. (Villanen 2015b)

### 5.3 Dokumentit ja niiden hallinta

Yrityksen dokumenttien hallinta on nykyisillä toimintatavoilla ja järjestelmillä haasteellista. Haastattelujen ja havaintojen perusteella yrityksen työntekijöiltä puuttuu prosessin mukainen toimintatapa tiedonhallintaan. Tietoa on verkkolevyllä monessa eri paikassa ja haluttua tietoa on erittäin vaikea löytää. Lisäksi dokumenttien hallinnan sekavuutta lisää se, että osa dokumenteista on vielä pelkästään paperimuodossa.



Seuraavaksi esitellään tarkemmin dokumentteihin sekä niiden hallintaan liittyviä ongelmakohtia.

### **5.3.1 Ulkoiseen loppukokoonpanoon jaettava tuotetieto**

Yhdysvaltoihin tehdyssä projektissa ei ulkoiselle toimittajalle jaettu niin paljoa tuotetietoa, että he olisivat voineet valmistaa tuotteen pelkän dokumentaation pohjalta. Dokumentaation puute aiheuttaa ongelmia myös Suomessa, kun uusia kokoonpanijoita otetaan töihin. Tällöin kaikki tarvittava tieto täytyy opettaa toisen kokoonpanijan toimesta, koska kunnollisia asennusohjeita ei ole. Täydellisien ohjeiden valmistaminen pelkästään kyseiseen projektiin olisi kuitenkin vienyt todella paljon aikaa ja olisi lisännyt projektin kustannuksia merkittävästi. Tämän takia kohdeyrityksestä lähetettiin paikan päälle asentaja ja toimihenkilö ohjaamaan toimintaa. Lisäksi suomessa runkoja alihankintana valmistavalta yritykseltä pyydettiin kyseiseen projektiin konsultaatioapua nostosiirtovaunun rungon hitsauksen ja sen laadunvalvonnan toteutukseen. (Laitinen 2015; Siintoharju 2015)

Ulkoiselle toimittajalle toimitettiin kuvassa 20 sinisellä taustalla näkyvät dokumentit. Dokumenteista lähetettiin aluksi rungon valmistuksessa tarvittavat piirustukset. Nostosiirtovaunun hitsaustyö on kuitenkin todella haastava prosessi, koska levyt ja hitsausseamat ovat todella paksuja. Ilman suomalaista konsultaatioapua hitsaustyöhön, olisi projekti todennäköisesti epäonnistunut. Ohjaavalla toiminnalla oli suuri merkitys myös loppukokoonpanossa. Työohjeet pyrittiin tekemään tarkemmin kuin normaalisti, mutta niistä puuttui silti monia kriittisiä tietoja. Yrityksen nykyinen dokumentaation taso ei ole riittävä samanlaisille projekteille, varsinkaan ilman kohdeyrityksen ohjaajia loppukokoonpanossa ja ulkoista konsultaatioapua hitsaustyössä.

### **5.3.2 Projektikohtainen tuotetiedon hallinta**

Nykyään yrityksessä on käytössä toimintatapa, jossa tuotannon valmistuskuvat ovat kahdessa eri sijainnissa verkkolevyllä. Verkkolevyllä sijaitsevassa projektikohtaisesti jaetussa konekorttikansiossa on ainoastaan kokoonpanon ylätasoon kuvat sekä sellaisten kokoonpanojen kuvat, joita ei ole aiemmin valmistettu. Loput kuvista sijaitsevat verkkolevyllä kansiossa, minne on varastoituna kaikkien projektien kuvat. Kyseinen toimintatapa on ongelmallinen varsinkin hankinnan toimihenkilöiden näkökulmasta, koska he joutuvat komponenttien tilauksien yhteydessä etsimään oikeita kuvia useasta eri kansioista.

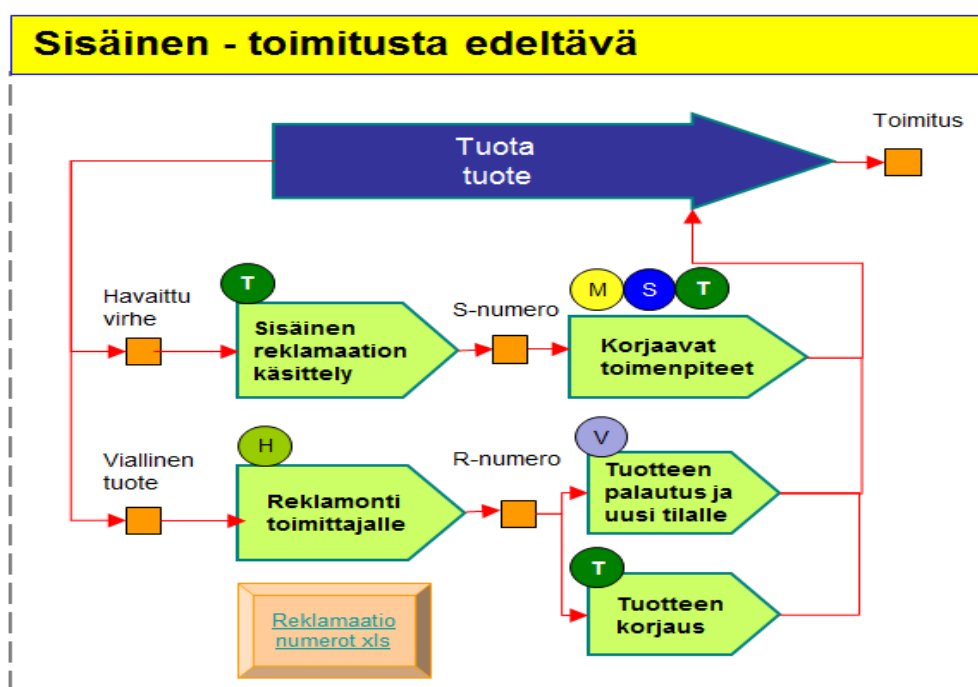
Yrityksellä on useat dokumentit olemassa vain paperiversiona. Esimerkiksi Suomessa tehtävässä kokoonpanossa konekortti täytetään paperimuodossa, jonka jälkeen joitain kansion dokumentteja skannataan verkkolevyllä sijaitsevaan sähköiseen konekorttikansioon. Nykyään tietoa onkin molemmissa konekorteissa, mutta

kummassakaan harvoin on kaikkea tarvittavaa tietoa. Tämä aiheuttaa ongelmia varsinkin niissä tilanteissa, kun tuotteen tietoja pitäisi jäljittää esimerkiksi huoltotilanteissa. (Villanen 2015b)

Nykyisellään projektien dokumenttien hallinta ei ole hallittavissa. Esimerkiksi eräässä projektissa asiakas halusi muutoksia nostosiirtovaunun yhteen rungon hitsausrakenteeseen. Myyntihenkilö kirjasi muutoksen ja lähetti sen kyseisen projektin mekaniikkasuunnittelijalle, joka korjasi suunnitelman ja lähetti sen rungon valmistajalle. Kun runko toimitettiin kohdeyritykselle, se oli oikein valmistettu. Kyseisen projektin myyjä ja suunnittelija olivat kuitenkin tämän jälkeen muutaman viikon lomalla. Toinen suunnittelija siirrettiin kyseiseen projektiin loman ajaksi, mutta hän oli tietämätön kyseisestä muutosdokumentista ja hän muutti suunnitelmat alkuperäistä vastaaviksi. Tämän jälkeen suunnittelijan tekemät muutokset korjattiin kokoonpanossa olevaan nostosiirtovaunun runkoon. Lomalta palattuaan myyjähenkilö huomasi tehdyn muutoksen, jolloin runkoa jouduttiin uudelleen korjaamaan asiakkaan muutostoiveiden mukaiseksi. Kyseinen sekaannus olisi voitu välttää, jos yrityksen projektikohtainen dokumentointi ja yleinen tuotetiedon hallinta, olisivat paremmalla tasolla.

### 5.3.3 Muutosten hallinta

Haastattelujen perusteella tuotannolla, tuotantopäälliköllä sekä suunnittelijoilla, oli jokaisella oma kantansa muutosprosessin nykyisestä kulusta. Suunniteltu prosessikaavio (kuva 21) näyttää toimivalta, mutta käytännössä asiat hoidetaan eri tavalla.



Kuva 21. Kohdeyrityksen sisäinen reklamaatioprosessi. (Kohdeyritys 2015)

Prosessikaavion mukaan kokoonpanossa täytetään aluksi reklamaatio lomake, joka viedään tuotantopäällikölle ja hän skannaa lomakkeen sähköiseen muotoon. Tämän jälkeen tuotantopäällikkö päättää, tulisiko reklamaatio kohdistaa suunnittelulle vai toimittajalle. Kun päätös on tehty, lähetetään reklamaatio sähköpostilla kyseisen suunnittelutyön tekijälle, tai toimittajan yhteyshenkilölle. Nostosiirtovaunun kokoonpanossa tulee kuitenkin usein tilanteita, joissa huomataan virhe laitteen rakenteessa, jolloin tuotannon kannalta on nopeampaa käydä kysymässä suunnittelijalta asiasta, kuin tehdä asiat prosessin mukaan. Usein tällaiset ongelmat ovat myös aikataulullisesti kiireellisiä selvittää ja hoitaa.

Toisaalta, kun ongelmat tuodaan suoraan suunnittelijan ratkaistavaksi, saattaa tuotantopäällikkö jäädä täysin tietämättömäksi muutetuista ja sovituista asioista. Sinällään ongelmaa ei olisi, jos reklamaatiot dokumentoitaisiin sovitulla tavalla. Usein reklamaatiot esitetään kuitenkin pelkästään suullisena, jolloin suunnittelija voi myös unohtaa suullisen muutosehdotuksen, eikä siitä jää mitään merkintää järjestelmiin. Haastatteluissa tuotannon työntekijät kertoivat tekevänsä reklamaatioita ja muutosehdotuksia, mutta he ihmettelivät miksi reklamoidut virheet eivät katoa uusista laitteista. Mielipiteet vaihtelevat siis selkeästi haastateltavien välillä. Varmaa kuitenkin on, että muutosten hallinta ei tällä hetkellä toimi, niin kuin sen on prosessikaaviossa suunniteltu toimivan. On myös mahdollista, että nykyiset ongelmat muodostuvat osittain nykyisten suunnitteluprosessin aiheuttamista ongelmista (Kts. luku 5.4.1).

Yrityksessä kokoonpanijat voivat myös antaa palautetta, ja kehitysideoita laitteeseen projektin työkansion välityksellä. Kyseiseen kansioon on tulostettuna kaikki se tieto, mitä kokoonpanijat tarvitsevat nostosiirtovaunun kokoonpanossa. Kun laite on valmis, kyseinen kansio palautetaan tuotantopäällikölle, jonka jälkeen kansio menee automaattisuunnitteluun. Automaattisuunnittelija tarkistaa mitä korjausehdotuksia ja muutoksia laitteeseen on tullut ja tekee tarvittavat muutokset suunnitelmiin. Tämän jälkeen kansion tulisi mennä mekaniikkasuunnitteluun, mutta todellisuudessa näin harvoin tapahtuu. Mekaniikkasuunnittelijat eivät siis korjaa suunnitelmiin muutosehdotuksia tai tehtyjä muutoksia, jolloin nostosiirtovaunun mekaaninen rakenne ei vastaa suunnitelmaa. Osittain myös tämä aiheuttaa samojen virheiden toistumisen suunnitelmissa ja rakenteissa, koska vanhoja suunnitelmia käytetään uusien vaunujen suunnittelupohjina.

### **5.3.4 Tiedon jäljitettävyys**

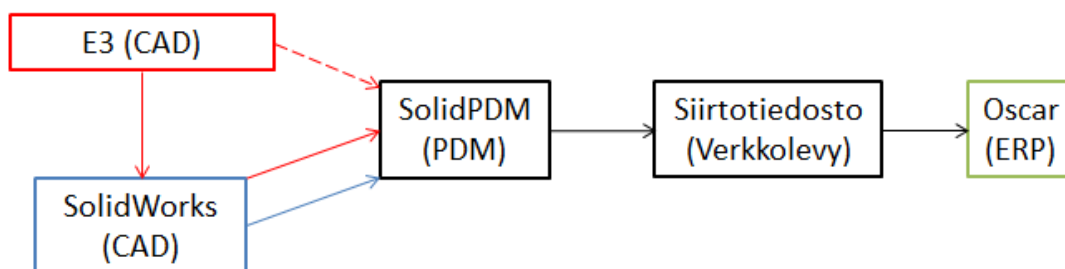
Kohdeyritys hoitaa myös nostosiirtovaunujen varaosamyyntiä. Varaosamyynti hoidetaan yrityksessä pääasiassa puhelimen ja sähköpostin välityksellä. Nostosiirtovaunujen tietoja varaosamyyjä pystyy etsimään yrityksen ERP-järjestelmästä. Usein vaunun oikean rakenteen selvittäminen vie kuitenkin kauan aikaa,

koska varaosamyyjillä ei ole lisenssejä PDM-järjestelmään. Tällöin he joutuvat kyselemään suunnittelijoilta halutun nostosiirtovaunun rakenne-tietoja ja kuvia.

Tiedon jäljitettävyyden ongelmiin vaikuttaa suuresti kohdeyhteyksien toimintatapa. Yrityksessä tehdään suhteellisen paljon asiakaskohtaista räätälöintiä, joten uusia nimikkeitä luodaan todella paljon. Tiedon jäljitettävyyttä vaikeuttaa myös se, että tietoa on monessa eri paikassa ja sitä muokataan monessa eri paikassa. Ongelmia esiintyy esimerkiksi silloin, kun ostohenkilöt joutuvat muokkaamaan nostosiirtovaunun rakennetta, koska siitä puuttuu jotain. Tällöin ostohenkilöt muokkaavat laitteen rakennetta ERP-järjestelmässä, mutta kyseiset muutokset jää monesti tekemättä PDM-järjestelmässä. Tällöin PDM-järjestelmän rakenne jää alkuperäisen suunnitelman mukaiseksi (As-design) ja ERP-järjestelmässä rakenne on todellisen valmistuksen mukainen (As-build). Tällöin esimerkiksi varaosamyyjillä työ vaikeutuu merkittävästi, koska he eivät saa kaikkea tarvitsemaansa tietoa ERP-järjestelmästä, mutta PDM-järjestelmässä olevat rakennetiedot ovat vääriä.

### 5.3.5 Järjestelmät ja niiden väliset integraatiot

Yrityksessä on käytössä kaksi erillistä suunnitteluohjelmaa (CAD). Mekaniikkasuunnittelussa on käytössä SolidWorks- ja automaatiosuunnittelussa E3-ohjelmisto. Suunnitteluohjelmissa ei sinänsä ole mitään ongelmaa, mutta E3:lla luotavaa automaation ja hydrauliiikan moduulikohtaista osaluetteloa, ei voida suoraan liittää PDM-järjestelmässä olevan siirtovaunun rakenteeseen. Tällä hetkellä mekaniikkasuunnittelijat joutuvatkin lisäämään automaatio- ja hydrauliiikkakomponentit tuotteen rakenteeseen yksi kerrallaan SolidWorksilla, joka hidastaa suunnittelutyötä (kuva 22).



**Kuva 22. Tiedonkulku ERP-järjestelmään.**

Nykyisin PDM- ja ERP-järjestelmän välillä tieto kulkee siirtotiedostojen avulla pelkästään ERP-järjestelmän suuntaan. Siirtotiedostot vievät turhaa työaikaa suunnittelijoilta ja niihin on saatavissa käytännöllisempiäkin ratkaisuja. Kuvassa 17 löytyy kokonaisuudessaan esiteltynä yrityksen nykyiset järjestelmät ja niiden väliset integraatiot.

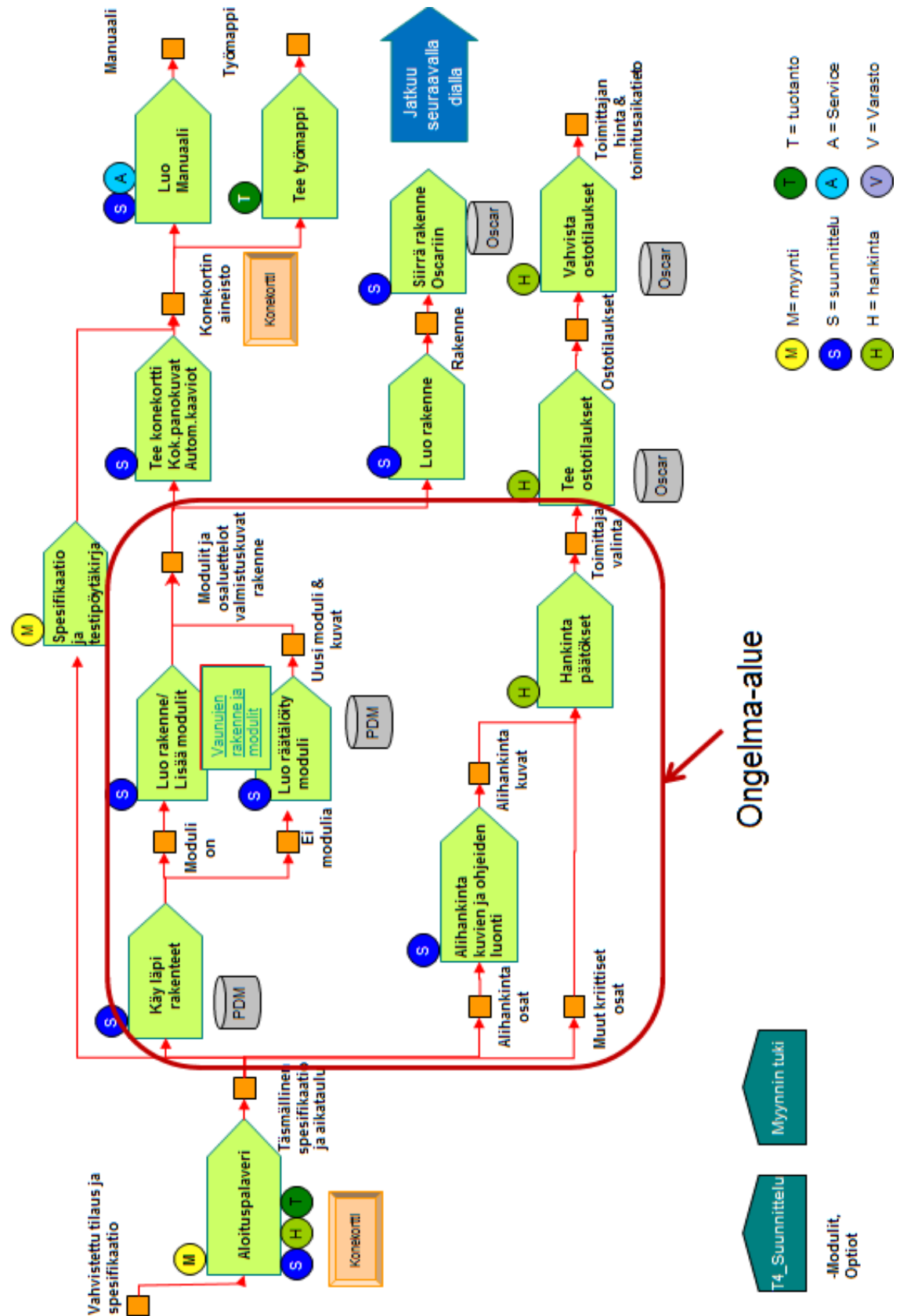
## 5.4 Suunnittelutiedon laatuun vaikuttavat ongelmakohdat

Tässä alaluvussa esitellään nostosiirtovaunun suunnitteluun liittyviä ongelma-kohtia, jotka selkeästi vaikuttavat tuotettujen suunnitelmien laatuun. Ongelmakohteet on saatu selville pääasiassa seuraamalla projektien kulkua sivusta sekä haastatteleamalla kohdeyrityksen henkilökuntaa.

### 5.4.1 Yleinen suunnittelukäytäntö

Yrityksen suunnittelun toimintatapana on muokata aiemmin suunniteltuja nostosiirtovaunuja uusien tilauksien mukaisiksi. Suunnittelupohjaksi pyritään valitsemaan sellainen nostosiirtovaunu, joka olisi mahdollisimman lähellä suunniteltavan vaunun rakennetta. Valittu pohja tallennetaan uudelle nimikkeelle ja siihen tehdään tarvittavat muutokset. Koska jokaisessa projektissa vaunun rungosta luodaan uusi nimike, on suunnittelupohjia kertynyt PDM-järjestelmään todella suuri määrä. Kaikki nämä nimikkeet voidaan lukea pohjamalleiksi, joten nykyisessä PDM-järjestelmässä on tällä hetkellä tallennettuna 213 erilaista pohjamallia. Kyseinen toimintatapa lisää laadunhallinnallisia riskejä – varsinkin, jos käytetään todella vanhan vaunun runkosuunnitelmaa pohjana. Tällöin rungon rakenteesta saattaa puuttua joitain kriittisiä ominaisuuksia. Lisäksi jos rungon rakenteesta löytyy jokin selkeä suunnitteluvirhe, on suunnittelijan todella vaikea ehkäistä kyseisen virheen toistumista, sillä vaikka suunnittelija korjaisikin virheen jonkun spesifin rungon nimikkeeseen, on kyseistä nimikettä voitu käyttää pohjana monen muunkin rungon suunnitteluun. Tämä aiheuttaa samojen virheiden toistumista projekteissa ja runkoihin tehdyt jälkimuutokset aiheuttavat turhia kustannuksia. Ongelmia on havaittu paljon varsinkin sellaisissa vaunuissa, joita ei valmisteta kovinkaan usein, tai käytetty suunnittelupohja on todella vanha. Tällöin vaunun rakenteelle saattaa mennä sellaisia alikokoonpanoja, joihin ei ole esimerkiksi saatavilla osia enää.

Nykyinen suunnitteluprosessi kulkee kuvan 23 mukaisella tavalla, jos tuotantoaikataulu on todella kiireinen. Alihankintaosien ja kriittisten osien tilausta hoideta ERP-järjestelmässä, vaan niitä hallitaan excelillä tuotantopäällikön tai ostohenkilön toimesta. Kyseinen toimintatapa on käytössä, koska yrityksen ERP-järjestelmällä ei pystytä toimivasti hallitsemaan ja kohdistamaan suunniteltua siirtovaunun rakennetta moduuleittain, vaan koko rakenne on siirrettävä kerralla järjestelmään. Suurin syy kyseiseen toimintatapaan on se, että tuoterakenteen ylimmällä tasolla on paljon yksittäisiä komponentteja. Komponentit muuttuvat usein asiakaskohtaisen räätälöinnin takia, jolloin niiden kohdistaminen olisi todella työlästä ja riskialtista.



Kuva 23. Tuote tilauksesta tuotantoon (1/3). (Kohdeyritys, 2012)

Yrityksessä on kiireettömissä tilanteissa käytössä toimintatapa, jossa vaunun rakenne suunnitellaan täysin valmiiksi PDM-järjestelmässä, jonka jälkeen se siirretään yhdellä kertaa ERP-järjestelmään. Kyseisellä toimintatavalla vähennetään virheiden riskejä, mutta toisaalta kyseinen toimintatapa vaatii paljon pidemmän tuotantoajan, koska joidenkin kriittisten osien toimitus saattaa kestää jopa 3 kuukautta.

#### **5.4.2 Suunnittelutarkkuus**

Kohdeyrityksen tavoitteena on tulevaisuudessa siirtää laitteen loppukokoonpanoa myös toisille mantereille tarpeen vaatiessa. Yritys pääasiassa suunnittelee vaunut projektikohtaisesti, eikä yrityksellä ole ns. konseptivaunuja, kuin muutama malli. Nykyisin yrityksessä on paljon hiljaista tietoa, joka on ongelmallista yrityksen kannalta. Yrityksessä on dokumentoimattomia asioita, jotka ovat vain yhden suunnittelijan tai kokoonpanijan tiedossa. Lisäksi esimerkiksi alihankkijoille lähetetyt valmistuskuvat eivät useinkaan ole yksiselitteisiä, vaan niiden tulkitsemisessa luotetaan alihankkijan ammattitaitoon. Erityisesti rungon hitsauksessa luotetaan alihankkijan ammattitaitoon. Hydrauliletkuja ei mallinneta Suomessa kokoonpantaviin tuotteisiin. Letkut mitoitetaan ja laitetaan rakenteelle, mutta ongelmaksi muodostuu varsinkin uudessa kokoonpanopaikassa niiden oikea paikoittaminen.

Yritys ei tee Suomessa valmistettaviin tuotteisiin räjäytyskuvia, mutta Yhdysvaltoihin tehdyssä projektissa joitain räjäytyskuvia tehtiin kokoonpanon avuksi. Miettusen (2015) haastattelun mukaan kuvien tekemiseen ei kuitenkaan panostettu riittävästi, joten niistä saatava hyöty jäi vähäiseksi. Yritys on kuitenkin tiedostanut, että räjäytyskuvista saatavat hyödyt ulottuisivat myös kokoonpanon ulkopuolelle. Esimerkiksi huollon palveluissa kyseisille kuville olisi tarvetta, koska nykyisin huollon toimihenkilöiden täytyy useissa tilanteissa kysyä suunnittelijoilta minkälaisista osista moduulit koostuvat. Toisaalta, jos huollon toimihenkilöillä olisi PDM-järjestelmään lisenssit, ei kyseistä ongelmaa olisi.

#### **5.4.3 Valmiiden suunnitelmien tarkastus ja hyväksyntä**

Tällä hetkellä kohdeyrityksessä valitaan jokaiselle projektille yksi mekaniikka- ja automaatio suunnittelija. Nämä henkilöt ovat yksin vastuussa kyseiseen projektiin liittyvästä suunnittelusta. Valmiita suunnitelmia ei tarkasteta muiden suunnittelijoiden toimesta. Ainoastaan komponenttien ostohenkilö tarkistaa rakenteen pintapuolisesti samalla, kun hän tekee ostot. Ostohenkilökään ei kuitenkaan tarkista onko suunnitelma toimiva, vaan pelkästään sen, ettei rakenteelle ole vahingossa mennyt liikaa osia. Ostohenkilöiden tekemään tarkistukseen ei ole tällä hetkellä minkäänlaista prosessikaaviota jota seurata, vaan virheet huomataan lähinnä asiantuntemuksen avulla. Tällä hetkellä virheellisiä suunnitelmia pääsee tuotantoon usein, joka tuottaa lisäkustannuksia kohdeyritykselle.

## **6. KEHITYSEHDOTUKSET KOHDEYRITYKSEN TUOTETIEDON HALLINTAAN**

Tässä luvussa esitellään havaittuihin ongelmakohtiin kehitysehdotuksia. Ratkaisumallit on pääasiassa muodostettu kirjallisuudessa esitettyjen mallien mukaan. Mukana on myös ratkaisumalleja, jotka on suunniteltu pelkästään kohdeyrityksen tarpeisiin.

Dokumenttien hallintaan liittyviä ratkaisuja käytiin tutkimassa tarkemmin sellaisessa yrityksessä, missä kyseinen järjestelmä oli käytössä. PDM-järjestelmien toimittaja avusti kyseisen benchmark-vierailun järjestelyissä, valitsemalla vierailun kohteena olevan yrityksen. Vierailun kohteen valinnassa järjestelmätoimittaja käytti pohjana tässä luvussa esitettyjä kehitystarpeita. Kyseinen vierailu oli hyödyllinen diplomityön sekä kohdeyrityksen kannalta. Vierailun avulla huomattiin, että monet tässä diplomityössä esitetyistä kehitysehdotuksista ovat mahdollisia ja järkeviä toteuttaa myös käytännössä. (Benchmark 2015)

### **6.1 Tarvittavat muutokset yrityksen tuotetiedon hallintaan**

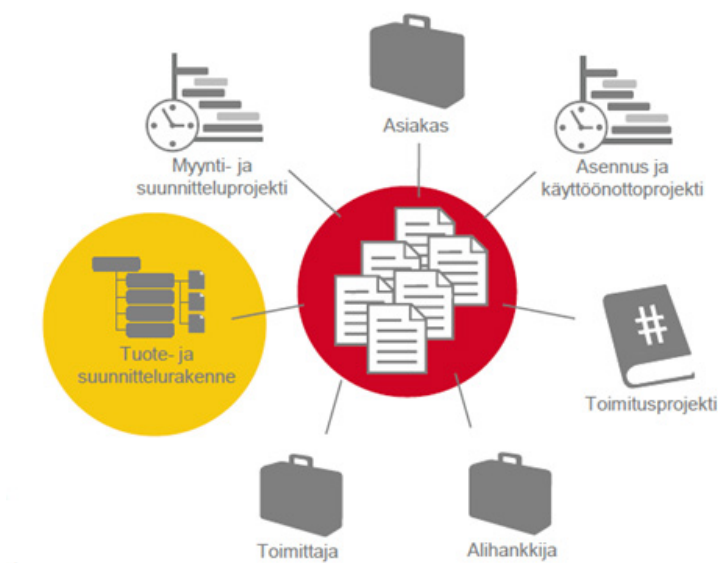
Seuraavissa alaluvuissa keskitytään kehitysehdotuksiin, jotka vaikuttavat kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaan. Ehdotukset vaikuttavat erityisesti kohdeyrityksen sisäisiin toimintatapoihin ja järjestelmiin. Kyseisiä asioita kehittämällä vaikutukset näkyvät suoraan myös yhteistyökumppaneille jaettavassa tuotetiedossa.

#### **6.1.1 Dokumenttien hallinta**

Dokumenttien hallinta tulisi muuttaa kokonaisuudessaan sähköiseen muotoon, jolloin oikean tiedon etsintä olisi sujuvampaa. Yrityksen tulisi keskittää ainakin tuotannon tarvitsemat tuote- ja suunnittelutiedot PDM-järjestelmään ja jakaa tiedot projektikohtaisesti. Esimerkiksi järjestelmätoimittaja Modultekin valmistama Aton documentor tarjoaa projektikohtaisen dokumenttien hallinnan (kuva 24). Kyseisellä järjestelmällä on myös mahdollista hallita kohdeyrityksen muita dokumentteja. Tällöin kaikki dokumenttien hallinnan hyödyt saataisiin myös niissä käyttöön. Esimerkiksi tiedon muokkaamisesta saadaan turvallisempaa, kun dokumentti varataan käyttäjälle muokkauksen aikana. Tällöin muut käyttäjät eivät pysty muokkaamaan kyseistä dokumenttia samanaikaisesti. Tietoa voitaisiin myös helpommin jakaa oikeille henkilöille, antamalla käyttöoikeuksia projektikohtaisesti. Haasteena on kuitenkin, että

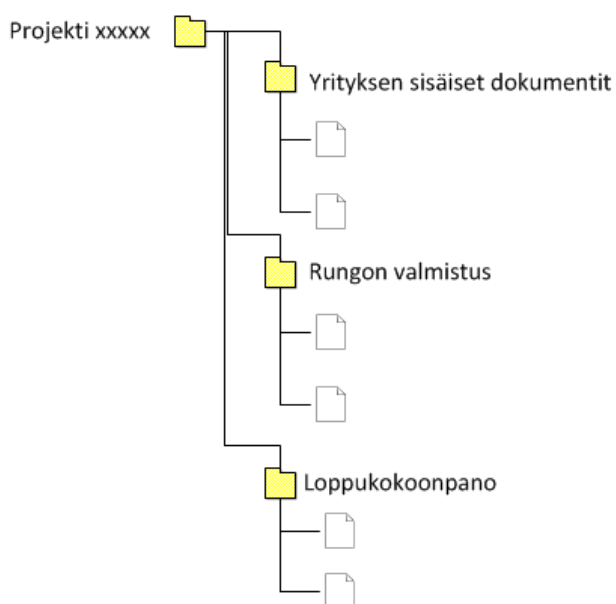


yrittäjän kaiken tiedon varastointi PDM-järjestelmään vaatisi lisenssit kaikille käyttäjille. (Aton 2015)



**Kuva 24. Dokumenttien jakelu. (Modultek palaveri 2015)**

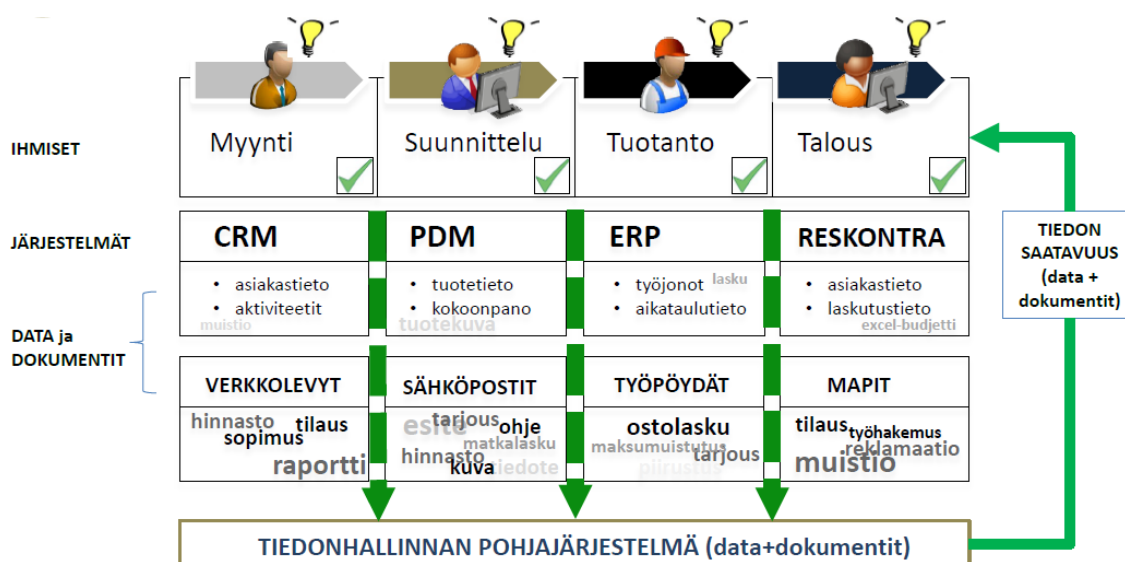
Kun projektien dokumentit on keskitettynä järjestelmässä metatiedon avulla, on oikean tiedon etsiminen nopeampaa ja helpompaa käyttäjille. Yritykselle ei ole kannattavaa jakaa kaikkea tietoa ulkoiseen käyttöön. Tämän takia projektikohtaista tietoa tulisikin jaotella niin, että tiedon jakaminen oikeille henkilöille olisi mahdollisimman helppoa. Dokumentit tulisi jaotella metatiedon avulla projektin sisällä kuvan 25 mukaisella tavalla. Tällöin ulkoiseen käyttöön jaettavan tuotetiedon jakaminen onnistuisi helpommin. (Modultek palaveri 2015)



**Kuva 25. Malli tiedon tallennukseen.**

Kuvassa 25 esitetyssä mallissa dokumentit jaotellaan yrityksen, rungon valmistuksen sekä loppukokoonpanon tietotarpeiden mukaan. Samalle dokumentille voi olla tarvetta useassa paikassa, jolloin tietoa tulisi ”linkittää” metatietojen avulla. Metatietojen avulla linkittäminen vaatii muutoksia varsinkin nostosiirtovaunun suunnittelukäytännössä, koska nimikkeiden ja dokumenttien metatiedon nimeämisessä täytyy olla yhtenäisempi käytäntö, jota kaikki suunnittelijat noudattavat.

Vaikka tämän työn aihe-alueena oli keskittyä kokoonpanon tarvitsemaan suunnittelu- ja tuotetietoon, dokumenttien hallinnan laajentaminen myös yrityksen kaikkiin dokumentteihin olisi tarpeellista yrityksen näkökulmasta. Kohdeyrityksen kannattaisi myös pohtia vaihtoehtoa, jossa yrityksen kaikkia dokumentteja hallittaisiin kokonaan erillisellä dokumenttien hallinta ohjelmalla. Suomalainen M-Files tarjoaa kuvan 26 mukaista ratkaisua, jossa kaikkien järjestelmien tieto tuodaan yhteen M-Filesin pohjajärjestelmään (M-Files seminaari 2015).



**Kuva 26. M-Files ratkaisu. (M-Files 2015)**

M-Files poistaa ongelmatilanteet, joissa käyttäjät eivät pääse käsiksi sellaiseen tietoon, joka sijaitsee sellaisessa järjestelmässä, johon heillä ei ole lisenssiä. Tietojen käyttöoikeuksia pystytään rajaamaan M-Files ohjelmalla (M-Files 2015). Huonona puolena on, että M-Files ei hallitse nimikkeitä, joka on yritykselle ehdottoman tärkeä ominaisuus. Lisäksi yrityksen kannalta olisi turvallisempi vaihtoehto keskittää tietoa PDM-järjestelmään, koska tällöin ei tarvittaisi täysin uutta järjestelmää tietojen hallintaan. Näin välttyttäisiin myös M-Filesin vaatimilta raskailta integroinneilta.

### 6.1.2 Käyttäjähallinta

Kohdeyrityksen tulisi ottaa käyttöön PDM-järjestelmässään käyttöoikeuksien rajaaminen. Erityisesti uusille työntekijöille tulisi alussa luoda rajatut käyttöoikeudet

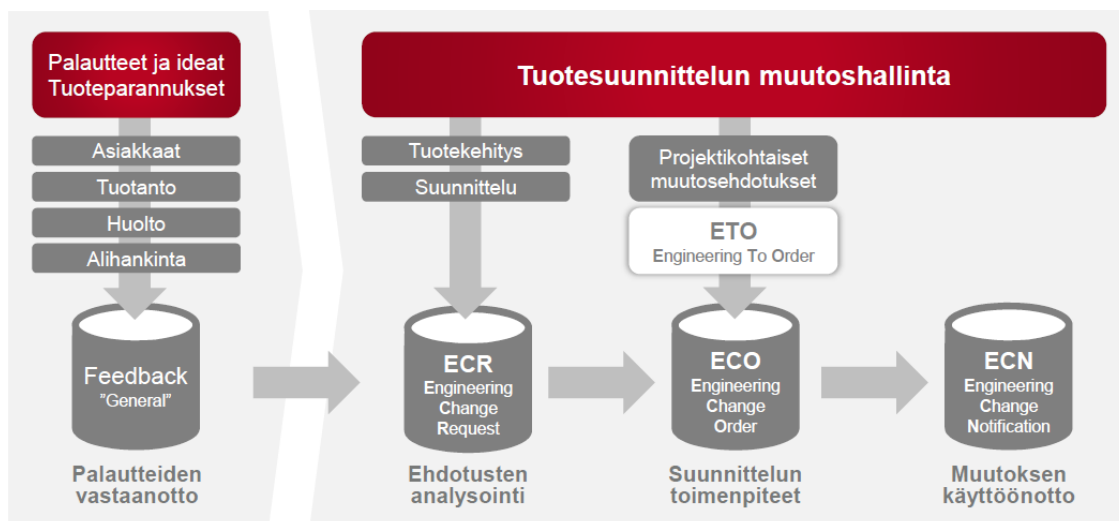
perehdyttämisjakson ajaksi. Perehdyttämisjakson aikana kokeneempi työntekijä hyväksyy perehdytettävän tekemät dokumentit.

Yrityksen aloittaessa yhteistyön esimerkiksi uuden toimittajan kanssa, yrityksen PDM-järjestelmään luodaan etäyhteys (VPN) heidän järjestelmästään. Tällöin käyttöoikeuksien rajaaminen on tehtävä erittäin tarkasti. Jos yhteistyökumppani ei ole mukana suunnittelussa, tulisi hänelle antaa vain lukuoikeudet tarvittavaan tietoon. Kyseisellä käytännöllä yrityksen kriittisimmät tiedot pysyisivät yrityksen sisällä.

### **6.1.3 Muutosten hallinta**

Muutosten hallinnan ongelmiin on haasteellista löytää toimivaa ratkaisua. Tuotannon tilat sekä suunnittelupiste sijaitsevat kohdeyrityksen toimitiloissa lähekkäin. Tämän vuoksi suunnittelijoille on ollut houkuttelevampaa kävellä konkreettisesti suoraan suunnittelijoiden luo, kuin odottaa, että reklamaatio prosessoidaan. Lisäksi haastattelujen mukaan tuotannon työntekijät eivät ole halukkaita käyttämään sähköistä reklamaatio- ja muutosehdotusjärjestelmää, jollaisia olisi tarjolla esimerkiksi PDM-järjestelmien yhteyteen. Toimivin ratkaisu olisikin, että prosessi saataisiin aluksi toimimaan yksinkertaisella tasolla. Tämän jälkeen mahdollinen muutosvastarintakin olisi todennäköisesti pienempää sähköiseen järjestelmään siirryttäessä. Kun loppukokoonpano tehdään ulkoisella toimittajalla, olisi järkevintä muodostaa palautekanava tiedon jakokanavan (PDM extranet) yhteyteen. Tällöin tiedon jakaminen molempiin suuntiin olisi hallitumpaa.

Tuotesuunnittelun muutoshallinnan voisi tuoda automaattisemmaksi PDM-järjestelmän avulla. Tällöin varmistettaisiin myös se, että muutosten hallinta tehdään oikeasti suunnitellun prosessikaavion mukaisesti. Muutosprosessi voisi kulkea kuvan 27 mukaisella tavalla. Atonin tarjoamassa mallissa palautteet vastaanotetaan sähköisesti järjestelmään, mutta yrityksen kannalta on ehdotonta, että palautteita voidaan vastaanottaa monella eri tavalla ja monessa eri muodossa. Tuotantopäällikkö analysoi muutospyynnöt (ECR) ja päättää mitkä hän siirtää suunnittelijoille muutuskäskynä (ECO). Kun tehdyt muutokset on hyväksytty, otetaan muutokset käyttöön ja ilmoitetaan tarpeellisille henkilöille muutoksesta (ECN).



**Kuva 27. Aton muutoshallinta. (Aton 2015)**

Myös muutosten seuranta olisi kyseisellä toimintatavalla helpompaa ja tuotantopäälliköllä olisi mahdollisuus seurata, milloin esimerkiksi suunnittelija on saanut korjauksen tehtyä. Haastattelujen perusteella kaksi neljästä (2/4) tuotannon työntekijästä piti kuitenkin ideaa huonona. Syynä oli, että työntekijät eivät ole tottuneet käyttämään tietokonetta työtehtävissä ja kokivat tämän haasteelliseksi. Tällöin kyseinen toimintavan muutos saattaisi aiheuttaa sen, että varsinkin järjestelmän käytöstä epävarmat tuotannon työntekijät välttelisivät reklamaatioiden tekemistä. Lisäksi haastattelujen yhteydessä oli selkeästi havaittavissa yleistä muutosvastarintaa asiaan liittyen, vaikka toisaalta tuotannossa ei oltu tyytyväisiä nykyisenkään toimintatapaan. Voikin olla järkevämpää, ettei reklamaatiotapoihin tehdä isoja uusia linjauksia. Tärkeintä on, että reklamaatiot saapuvat tuotantopäällikölle, joka voi käynnistää muutosprosessin.

Yrityksessä projekteista tulisi pitää loppupalaveri, mutta nykyään niiden pitäminen on kuitenkin jostain syystä lopetettu. Loppupalaverissa olisi hyvä olla projektissa mukana olleita henkilöitä suunnittelusta, myynnistä, hankinnasta sekä tuotannon ohjaaja. Loppupalaverissa käytäisiin läpi työnkulku, tavoitteet ja työn onnistuminen. Näin voidaan käydä kootusti läpi koko prosessin onnistuminen ja mahdolliset kehityskohteet.

#### **6.1.4 Suunnittelutiedon laadun parantaminen**

Vaunun suunnittelutapa on nykyisellään nopea, mutta myös erittäin riskialtis virheille. Suunnittelussa olisikin hyvä käyttää pohjamalleja, joita päivitetään tuotekehityksen mukana. Kyseisellä tavalla vaunun suunnitteluun menisi enemmän aikaa, mutta tarkemmalla suunnittelulla suunnitteluvirheet vähenisivät. Koska vaunujen toimintojen määrät kasvavat koko ajan, tulisi niiden suunnittelu ja mallintaminen tehdä ennemminkin niin, että yhdessä alikokoonpanossa on aina yhteen ominaisuuteen tarvittavat osat, riippumatta siitä, miten ne jakautuvat ympäri vaunua. Kyseinen ratkaisu

olisi suhteellisen helppo toteuttaa varsinkin perusmallisissa siirtovaunuissa, joissa laitteen runkoa ei muuteta. Siirtovaunun suunnitelmasta voitaisiin luoda perusmalli, johon kaikki ominaisuuksien alikokoonpanojen osat lisätään oikeille paikoilleen. Kun asiakas tilaa vaunun, ominaisuuksia voidaan poistaa suunnitelmasta yksi kerrallaan. Kyseinen toimintatapa olisi todennäköisesti nopeampi, kuin yksittäisten ominaisuuksien lisääminen oikeille paikoilleen.

Tarpeellisen suunnittelutarkkuuden määrittäminen on vaikeaa, varsinkin osittain asiakasräätelöityjä tuotteita valmistavassa yrityksessä. Yrityksessä tulisi tehdä tarkka arvio siitä, millaisia vaunuja myydään eniten. Tämän jälkeen voitaisiin luoda esimerkiksi 3 erillistä vaunutyyppiä, mitkä toimivat pohjamalleina uusille vaunuille. Näihin pohjamalleihin päivitetään kaikki tuleva tuotekehitys. Kyseistä toimintatapaa on suunnittelijoiden mukaan yritetty ottaa käyttöön aiemmin, mutta sen käyttäminen lopetettiin, koska suunnittelutyö vei selkeästi enemmän aikaa, kuin nykyinen toimintatapa. Toimenpiteellä vähennettäisiin kuitenkin suunnitteluvirheitä, joten yrityksen tulisi tarkastella tarkemmin kumpi vaihtoehdoista on taloudellisesti kannattavampi.

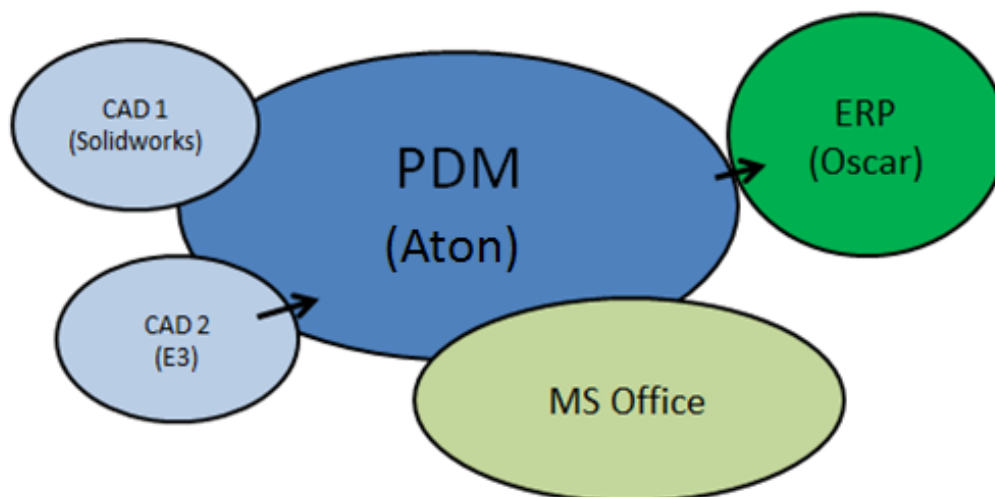
Kohdeyritys teettää nostosiirtovaunujen manuaalit tällä hetkellä alihankintana. Tavoitteena on, että myös räjäytyskuvat saataisiin manuaaliin. Yhtä vaunua kohden työ määrä ei olisi kovin suuri, koska vain telistä ja ohjauslaatikosta olisi tarpeellista saada räjäytyskuvat (Miettunen 2015). Kyseisen työn voisi myös kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelijat tehdä, jonka jälkeen räjäytyskuvat voitaisiin toimittaa manuaalin koostajalle.

Yleisesti ottaen yrityksen kannattaisi keskittyä nykyistä enemmän suunnittelutarkkuuteen, sillä suunnitteluvirheitä ilmenee jatkuvasti. On myös selvää, että virheiden korjaaminen suunnitteluvaiheessa on yritykselle paljon edullisempaa, kuin valmiiseen tuotteeseen tehtävät muutostyöt. Yrityksen tulisi ottaa käyttöön, suunnitelman tarkastuskäytäntö. PDM-järjestelmiin pystyy määrittelemään halutut työnkierrot, jotka toimivat varmistavina tekijöinä, ettei suunnitelluista prosesseista oiota. Toisaalta prosessikaavioiden määrittelemisessä tulee olla tarkkana, ettei niistä tehdä liian kankeita yrityksen käyttötarpeisiin.

### **6.1.5 järjestelmien väliset integraatiot**

Nykyään automaattisuunnitteluohjelma E3:sen ja Atonin välille on saatavissa yhteyslinkki. Täydestä integraatiosta ei ole kyse, mutta jo kyseinen linkki helpottaisi ja selkeyttäisi suunnittelun prosesseja. Tällöin automaattisuunnittelu voisi tuottaa moduulikohtaisen automaattiorakenteen PDM-järjestelmään. (Modultek palaveri 2015). Kuvassa 28 on nähtävissä, kuinka tieto tällöin kulkisi suunnitteluohjelmista PDM-järjestelmään. PDM-järjestelmästä tiedot kannattaisi välittää ERP-järjestelmään

integraation avulla. Impulssina automaattiselle tiedonsiirrolle, voisi olla vaikkapa dokumentin asettaminen ”hyväksytty” -tilaan. Mahdollista olisi myös toteuttaa kaksisuuntainen integrointi PDM- ja ERP-järjestelmien välillä, joka tarjoaisi mahdollisuuden esimerkiksi hintatietojen tuomiseen ERP-järjestelmästä PDM-järjestelmään. Tällöin suunnittelijat voisivat käyttää komponenttien hintatietoja yhtenä suunnitteluun vaikuttavana tekijänä.



**Kuva 28. Järjestelmien välinen integraatiomalli.**

Teoria antaa tiedonsiirtämiseen paljon eri ratkaisuvaihtoehtoja, jotka soveltuvat paremmin isojen yritysten käyttöön. Koska kohdeyritys on suhteellisen pieni ja valmistaa keskimäärin vain noin 50 kappaletta siirtovaunuja vuosittain, ei yrityksen ole ainakaan tässä vaiheessa järkevää investoida raskasta ja kallista PLM-järjestelmää, jossa integrointi olisi todella korkealla tasolla. Yritykselle riittäisi nykyisiin tarpeisiin yksisuuntainen integrointi PDM–ERP välillä, missä haluttu tieto siirtyisi PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään. Integroinnin tarkemmassa määrittelyssä on järkevää käyttää pohjana nykyisen siirtotiedoston rakennetta, jotta kaikki halutut tietorivit menisivät samoihin paikkoihin kuin nykyisin siirtotiedostoilla. Järjestelmistä ”masterina” toimisi PDM, eikä nostosiirtovaunun rakennetta saisi muokata ERP-järjestelmässä. Aina kun muutoksia täytyisi tehdä, tulisi ne tehdä PDM-järjestelmässä, mistä tieto sitten siirtyy ERP-järjestelmään.

## 6.2 Tuotetiedon jakaminen ulkoiseen käyttöön

Tämän diplomityön yhtenä tavoitteena oli määrittää sopivin tuotetiedon jakotapa kohdeyrityksen tarpeisiin. Mahdollisuuteen ja käytettävyyteen etäsuunnittelussa ei tässä vertailussa oteta kantaa. Seuraavaksi esitellään ja vertaillaan erilaisia vaihtoehtoja

tuotetiedon jakamiseen yritysten välillä. Vertailtavat vaihtoehdot on saatu pääasiassa yrityksessä työskentelevien työntekijöiden aiempien työpaikkakokemuksien, nykyisten tiedonsiirtokokemuksien sekä omien kokemusten avulla. Lisäksi kirjallisuudesta etsittiin yleisimpiä tiedonjakotapoja yrityskäyttöön.

### 6.2.1 Tuotetiedon jakamisvaihtoehtojen esittely

**VPN yhteys intranetissä jaettuun kansioon** on suhteellisen helppo toteuttaa yrityksen välillä. Tällöin yhteistyökumppanille tulee luoda käyttäjätunnukset sekä määrittää käyttöoikeudet. Kyseistä menetelmää käyttämällä yrityksen tulisi tarkasti rajata tieto, jota yhteistyökumppani pääsee näkemään. Lisäksi tulisi määrittää onko käyttäjällä vain lukuoikeudet tietoon, vai pystyykö hän myös muokkaamaan sitä. Yritys pystyisi halutessaan myös mahdollistamaan käyttäjän pääsyn yrityksen PDM-järjestelmään, jolloin myös yhteistyö suunnittelun parissa olisi mahdollista. Tällöin yhteistyökumppanin tulisi kuitenkin investoida sama CAD- sekä PDM-ohjelmisto.

**VPN yhteys intranetissä olevaan PDM-palvelimeen** on suhteellisen yleinen toimintatapa varsinkin yritysten yhteisissä suunnitteluprojekteissa. Jotta rinnakkainen suunnittelu toimii, täytyy molemmilla yrityksillä olla sama CAD-, sekä PDM-ohjelmisto. Jos yrityksillä on käytössään eri ohjelmistot, tulisi tällöin valita kumman ohjelmistoa käytetään ja toinen yrityksistä hankkii kyseiset ohjelmistot. PDM-palvelinta tämän yrityksen ei kuitenkaan tarvitse välttämättä investoida, koska he voivat käyttää VPN-yhteyden välityksellä toisen yrityksen palvelinta. Tärkeää on kuitenkin tiedostaa, että kaikki tieto on fyysisesti vain toisen yrityksen hallussa, vaikkakin molemmat pystyvät muokkaamaan sitä. Yrityksessä on jo tällä hetkellä mahdollisuus ottaa VPN-yhteys PDM-palvelimeen, mutta se on ollut vain vähäisessä käytössä. Valliuksen (2015) mukaan kyseinen yhteys katkeilee usein, eikä ole toimiva ratkaisu ulkoiseen käyttöön.

**PDM extranetin** avulla käyttäjätunnukset omaava henkilö tai yritys, pystyy selainpohjaisesti ottamaan yhteyden PDM-järjestelmään (kuva 9). Extranet toimii ideana samaten, kuin pilvipalvelut, mutta tietoa varastoidaan yrityksen omalle serverille. Kyseinen ominaisuus on todella käytännöllinen varsinkin myynti-henkilöstölle, jotka kiertävät ympäri maailmaa ja tarvitsevat myynnin tuekseen viimeisintä tuotetietoa, jota esitellä asiakkaille. Koska järjestelmää käytetään selainpohjaisesti, ei käyttäjä pääse kuin dokumentteihin kiinni ja esimerkiksi CAD-pohjainen suunnittelu, ei selaimella onnistu.

Nykyisin kohdeyrityksessä käytetään pääasiassa **sähköpostia** tuotetiedon siirtoon ulkoisille yhteistyökumppaneille. Kun esimerkiksi toimittajalta tilataan komponentteja, liittää hankkija verkkolevyllä olevat piirustukset komponentista sähköpostilla tehtävään tilaukseen. Sähköpostin yksi suurin ongelmista tiedonvälityksessä on se, että viestit ovat

henkilökohtaisia. Tärkeää tietoa saattaa jäädä henkilökohtaiseen sähköpostiin, jos käyttäjä esimerkiksi unohtaa jakaa tiedon julkiseksi. Lisäksi sähköposteissa sallitaan usein vain suhteellisen pienikokoiset liitteet, jolloin suurien dokumenttipakettien lähetyksen välityksellä on lähes mahdotonta.

**FTP** on ollut varsin suosittu tiedonsiirtotapa yritysten keskuudessa, varsinkin suurien tietomäärien siirrossa. Kohdeyrityksessäkin kyseisellä tekniikalla jaettiin tietoa ulkoiselle toimittajalle, kun loppukokoonpano oli Yhdysvalloissa. FTP ei kuitenkaan ole tiedonsiirtotapana kovinkaan nykyaikainen. Muissa tiedonsiirtotavoissa on nykypäivänä paljon lisäominaisuuksia, jotka tekevät tiedonsiirrosta nopeampaa, helpompaa ja tietoturvalisempää.

**Pilvipalveluiden** suosio on kasvanut varsinkin viime vuosina ja yrityksessäkin käytetään jossain määrin Dropbox-ohjelmaa tiedon jakamisessa. Kyseinen tiedon jakotapa on varsin helppokäyttöinen, koska tietoa voi jakaa internet-selaimella. Ohjelmasta on myös saatavilla ohjelmaversio koneelle, joka toimii täysin samalla tavalla kuin internetin versio. Se ei kuitenkaan vaadi erillisiä kirjautumisia järjestelmään, vaan asennuksen yhteydessä tietokoneelle luodaan kansio, minne henkilökohtaisen Dropbox-kansion tiedot synkronoituvat automaattisesti. Dropboxiin tallennettuihin kansioihin pystyy myös jakamaan käyttöoikeuksia muille henkilöille. Dropboxin ongelmana on kuitenkin, että samaa tietoa pystyy muokkaamaan moni henkilö samaan aikaan. Järjestelmästä on saatavilla myös Dropbox Business -versio, missä yritys saa enemmän tallennustilaa ja ominaisuuksia käyttöönsä. Lisäksi yritykselle suunnatussa versiossa tietoturvan luvataan olevan parempaa. Suurena riskinä kyseisessä tiedonjakomuodossa on se, että kun työntekijä lisää palvelimelle yrityksen tietoa työaikanaan, pääsee hän kyseiseen tietoon käsiksi myös mahdollisen irtisanomisen jälkeen, mikäli käyttäjätunnuksia ei hallita kunnolla jonkun työntekijän toimesta.

## 6.2.2 Jakotavan valinta

Tiedonsiirtotavan valinnassa on aluksi pohdittu sellaisia valintakriteerejä, jotka ovat kohdeyritykselle tärkeitä. Valintakriteerit on pääosin muodostettu omien havaintojen pohjalta, mutta joitain lisäyksiä tuli Mäkisen (2015) haastattelussa. Taulukossa 5 on nähtävissä tiedonsiirtovaihtoehtojen saamat pisteet valituissa valintakriteereissä välillä 0–5, jossa 0 tarkoittaa huonointa ja 5 parasta mahdollista pisteytystä. Pisteet on pääosin muodostettu teoretisen tiedon sekä omien kokemusten pohjalta. Taulukoihin 5 ja 6 on merkittynä valintakriteerit kirjaimilla, joiden merkitykset ovat seuraavanlaiset:

- A. Sopeutuminen yrityksen tulevaisuuden tuotetiedon hallinnan kehitysnäkymiin
- B. Yleinen käyttömukavuus ja helppokäyttöisyys
- C. Muutoksenhallinnan mahdollisuus sekä sen taso



- D. Käyttöoikeuksien hallinta (0 = ei pystytty hallitsemaan, tai todella vaikeasti hallittavissa, 5 = pystytään hallitsemaan tarkasti ja monipuolisesti)
- E. Mahdollisuus jakaa suuria määriä tietoa
- F. Jaettu tieto on aina ladattavissa, kun lataajalla on internet yhteys
- G. Dokumenttien jakamisen helppous PDM-järjestelmästä
- H. Integrintimahdollisuus nykyisiin järjestelmiin ja ohjelmiin

**Taulukko 5. Tiedonjakotapojen pisteytys.**

Pisteet (0-5)	A	B	C	D	E	F	G	H	Σ
VPN - PDM	5	4	4	4	5	4	3	5	<b>34</b>
VPN - verkkolevy	2	2	1	3	5	4	2	2	<b>22</b>
PDM extranet	5	4	4	4	5	4	4	5	<b>35</b>
Sähköposti	2	3	2	4	2	4	2	4	<b>23</b>
FTP-palvelin	3	3	2	2	5	3	2	3	<b>24</b>
Erillinen pilvipalvelu	4	5	2	3	4	5	2	2	<b>27</b>

Taulukosta 5 on nähtävissä, että PDM extranet pärjasi vertailussa parhaiten. Kyseinen tiedonjakotapa pärjasi vertailussa suhteellisen hyvin jokaisella osa-alueella. Myös VPN–PDM–vaihtoehto pärjasi todella hyvin. Seuraavaksi pohditaan erityisesti PDM extranetin saamien pisteiden taustoja, sekä syitä, miksi se on kyseisellä osa-alueella huonompi, tai parempi, kuin muut vaihtoehdot.

Taulukon 5 A-sarakkeessa PDM-yhteyteen rakennetut tiedonjakotavat saivat parhaiten pisteitä, koska tämänkin työn monet kehityskohteet liittyvät PDM-järjestelmään. Sijoittamalla tuotetiedon jakaminen myös ulkoisille käyttäjille PDM-järjestelmän yhteyteen, olisi tieto helpommin hallittavissa, eikä eri järjestelmien välisiä integraatioita tarvitsisi miettiä. *Käyttömukavuudessa ja helppokäyttöisyydessä* PDM extranet ei pärjännyt yhtä hyvin, kuin erillinen pilvipalvelu. Pilvipalvelut ovat erikoistuneita juuri tiedon siirtämisen ja jakamisen helppouteen. Pohjautuen Modultekin esittelemään ratkaisumalliin, PDM extranetillä tiedon jakaminen olisi kuitenkin suhteellisen vaivatonta, verrattuna muihin tiedonjakotapoihin. Modultekin ratkaisumalli on kuitenkin suhteellisen uusi, joten odottamattomia ongelmia saattaa vielä ilmetä. *Muutoksenhallinnan taso* PDM-järjestelmiin pohjautuvissa tiedonjakotavoissa on selvästi muita parempi, koska PDM-järjestelmään pystytään määrittelemään esimerkiksi

työnkulkuja, joiden avulla tiedon kulkureitit pystytään määrittelemään kaavioiden avulla halutunlaisiksi. Muutoksenhallinta kuuluu PDM-järjestelmän perusominaisuuksiin, joten sen toimintaperiaate on varmalla pohjalla, kunhan kaavioilla tehtävä tiedon kulkureitin määrittäminen tehdään huolellisesti. *Käyttöoikeuksien hallinta* on tutkituista vaihtoehtoista kunnolla toteutettavissa PDM-pohjaisissa ratkaisuissa. PDM extranetissä käyttäjät pääsevät vain PDM-palvelimella olevaan tietoon, jonka käyttäjäkohtaisia oikeuksia pystytään hallitsemaan PDM-järjestelmällä. VPN-yhteyden käyttäjäoikeuksien hallitseminen on hieman vaativampaa, koska käyttäjä pääsee yrityksen sisäverkkoon, jolloin käyttäjäoikeuksissa voi olla enemmän hallittavaa. FTP-palvelu sen sijaan ei ole kovin tietoturvallinen vaihtoehto, koska sillä ei pystytä seuraamaan kuka on jakanut ja ladannut mitään tietoa. *Suuria tietomääriä* pystytään siirtämään kaikilla muilla tutkituilla tiedonjakotavoilla, paitsi sähköpostilla. Sähköpostien liitteiden suurin sallittu koko on yleensä rajoitettu suhteellisen pieneksi. *Jaettu tieto on aina ladattavissa* käyttäjille jokaisella tutkituista tiedonjakotavoista, jos oletetaan että järjestelmien palvelimet ovat aina päällä. Käytännöllisin ratkaisu on kuitenkin erillinen pilvipalvelu, koska jaettu tieto siirtyy saman tien vastaanottajalle. Tosin erillisen pilvipalvelun kohdalla kyseinen ominaisuus vaatii tietokoneelle asennettavan sovelluksen, jolloin tieto synkronoituu tietokoneelle. Muissa vaihtoehtoissa tieto täytyy aina ladata palvelimelta manuaalisesti. *Dokumenttien jakaminen PDM-järjestelmästä on helppointa* extranetin välityksellä, koska tiedonjakotapa on PDM-järjestelmään rakennettu. VPN-yhteydellä ei suoraan jaeta tietoa, vaan käyttäjän tulee löytää se itse. Varsinkin ulkoiselle käyttäjälle tämä voi olla vaikeaa. Loput tiedonjakotavoista ovat erillään PDM-järjestelmästä, jolloin tiedon jakaminen ei ole niin vaivatonta. *Tutkituista tiedonjakotavoista parhaiten integroituu nykyisiin järjestelmiin* PDM-pohjaiset jakotavat, koska niistä löytyy usein valmiiksi tehtyjä ratkaisuja.

Valintakriteerien lisäksi pohdittiin painokertoimia verrattaville asioille. Painokertoimet on sijoitettu välille 1–5, jossa tärkeimmät kriteerit saavat kertoimekseen viisi (5) ja vähiten tärkeimmät yksi (1). Kyseisellä keinolla otetaan paremmin huomioon tärkeimmät valintakriteerit. Taulukossa 6 on nähtävissä painokertoimilla huomioitujen pisteet. Taulukosta voidaan nähdä, että PDM-järjestelmän extranet sai parhaimmat pisteet myös painokertoimilla yhteenlasketuissa pisteissä. Tutkimuksen mukaan, se siis vastaa parhaiten kohdeyrityksen tarpeisiin tuotetiedon jakamisessa, erityisesti ulkoistettuun loppukokoonpanoon. Kyseinen tiedonjakotapa on myös PDM kirjallisuudessa esitetty suositeltavaksi keinoksi jakaa tuotetietoa yrityksen ulkopuolelle.

**Taulukko 6. Tiedonsiirtotapojen pisteytys painokertoimineen.**

Pisteet (0-5)	A	B	C	D	E	F	G	H	Σ
<b>Painokertoimet</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	
VPN - PDM	25	20	12	16	25	12	15	10	<b>135</b>
VPN - verkkolevy	10	10	3	12	25	12	10	4	<b>86</b>
<b>PDM extranet</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>140</b>
Sähköposti	10	15	6	16	10	12	10	8	<b>87</b>
FTP-palvelin	15	15	6	8	25	9	10	6	<b>94</b>
Erillinen pilvipalvelu	20	25	6	12	20	15	10	4	<b>112</b>

Nykyisin yrityksen PDM-järjestelmää käytetään pääasiassa suunnitteludokumenttien varastointiin. Joissain projekteissa ulkopuolista suunnittelua on käytetty apuna, jolloin PDM-järjestelmään on otettu yhteys VPN:llä. Yhteys ei ole kuitenkaan toiminut luotettavasti. Nykyinen PDM-järjestelmä toimii hyvin suunnittelun apuna, joten yrityksen kannattaisi laajentaa nykyistä PDM-järjestelmää niin, että myös kaikki projektiin liittyvä tieto löytyy järjestelmästä. Tällöin projektikohtainen tieto olisi paremmin seurattavissa, koska tieto olisi yhdessä paikassa. Lisäksi käyttöjärjestelmään on muokattavissa käyttöoikeudet myös projektikohtaisesti, joten ulkoistettu kokoonpano tai ulkoinen suunnitteluapu pääsee vain haluttujen projektien tietoihin kiinni.

Huomioitavaa on, että tutkimus tehtiin pohjautuen vahvasti aiheesta saatavilla olevaan teorial tietoon, henkilökunnan haastatteluihin ja mielipiteisiin sekä PDM-järjestelmiä tarjoavan yrityksen (Modultek palaveri 2015) esittämiin ratkaisumalleihin. Tutkimus pyrittiin kuitenkin tekemään mahdollisimman objektiivisesti. Seuraavaksi yrityksen tulisi käydä vierailulla sellaisissa yrityksissä, joissa kyseinen ratkaisumalli on otettu käyttöön. Vierailun avulla saataisiin selville onko ratkaisu oikeasti käytännöllinen ja toimiva.

### 6.3 Ulkoiseen käyttöön jaettava suunnittelu- ja tuotetieto

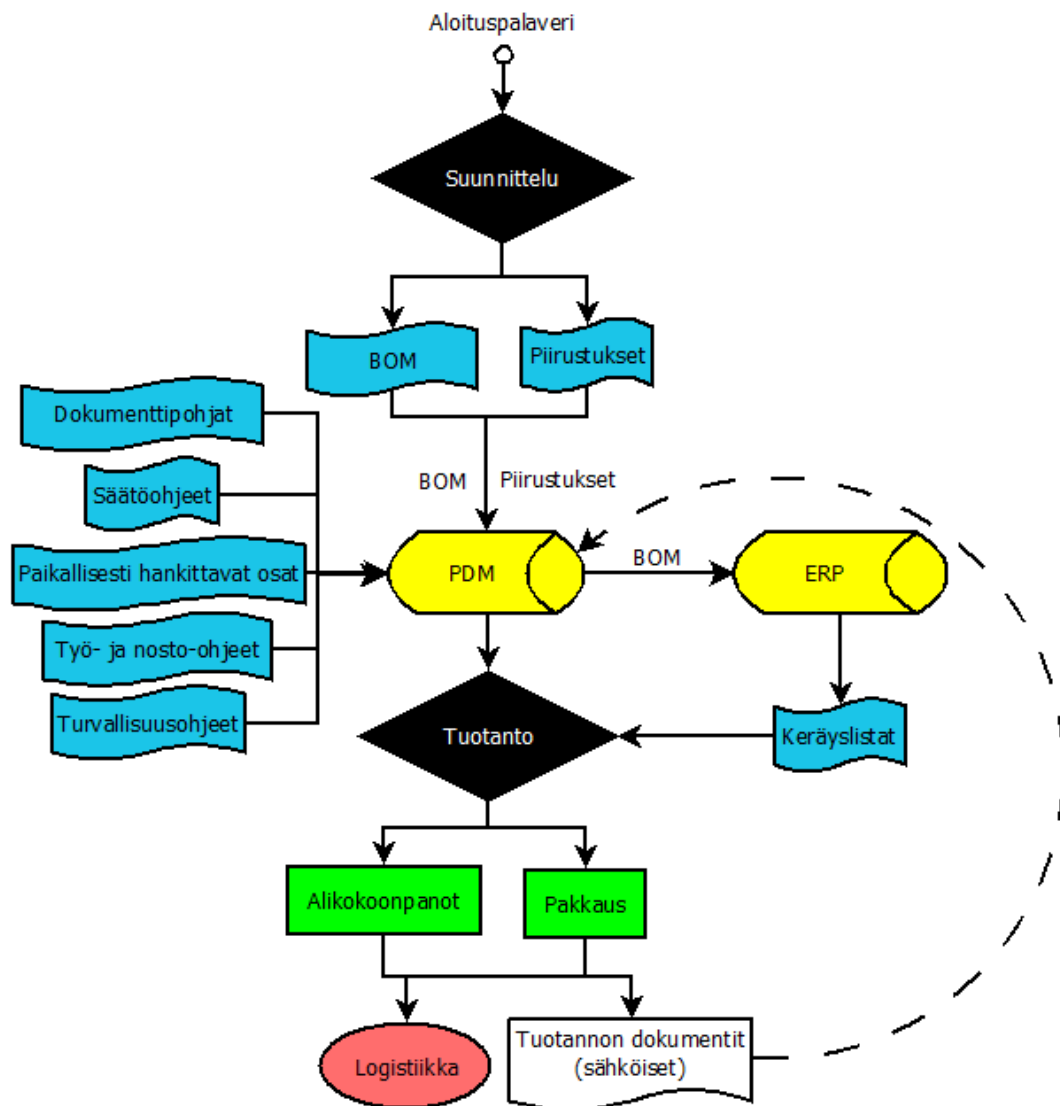
Ulkoisille toimittajille on tärkeää jakaa juuri sitä tietoa mitä he tarvitsevat. Kuvassa 25 on esiteltyä projektikohtainen tiedon tallennusmalli. Mallissa kuvataan, kuinka dokumenttien jakaminen kannattaisi muodostaa järjestelmässä, jotta sen jakaminen

ulkoiseen käyttöön olisi mahdollisimman vaivatonta. Ulkoiselle rungon valmistajalle tulisi jakaa runkoon liittyvät valmistusdokumentit, nosto- sekä kuljetusohjeet. Nostosiirtovaunun suunnitteluosastolla tämä tarkoittaa sitä, että extranetiin jaettavaan kansioon tulisi valita vain rungon valmistukseen liittyvät kuvat ja ohjeet. Ulkoiseen loppukokoonpanoon tulisi jakaa kaikkien tarvittavien moduulien kokoonpano-, testaus- sekä pakkausohjeet. Lisäksi ulkoiseen loppukokoonpanoon tulisi jakaa nostosiirtovaunun käyttöohjeet sekä huolto- ja varaosaohjeet, jotta ongelmatilanteissa laitteen korjaaminen onnistuisi paremmin. Yrityksen sisäiseen dokumenttikansioon tulisi valita kaikki valmistusdokumentit. Tarvittavat dokumentit liitetään ERP-järjestelmällä tehtävissä komponenttien ostotilauksissa liitteeksi. Jos projektissa joitain komponentteja päätetään ostaa loppukokoonpanopaikan läheisyydestä paikallisesti, muutetaan kyseisten nimikkeiden ryhmittelytietoja ja koostetaan nimikkeeseen liittyvistä dokumenteista dokumenttipaketti, joka jaetaan loppukokoonpanokansioon. Dokumenttien avulla toimittaja pystyy tekemään itse ostotilauksen paikallisesti.

Edellä esiteltyjen dokumenttien osiin jakaminen yhdestä suunnitelmasta vaatii muutoksia nykyisiin toimintatapoihin sekä PDM-järjestelmään. PDM-järjestelmällä pitäisi pystyä valitsemaan paremmin moduulit joista dokumentit halutaan, jolloin niiden massatulostus PDF muotoon olisi paljon nopeampaa. Dokumentteja tulisi yleisesti hallita metatiedon avulla, jolloin sama tieto voidaan linkittää haluttuihin kohteisiin. Kyseinen toimenpide helpottaa dokumenttien hallintaa selkeästi sekä säästää järjestelmän levytilaa. Toisaalta se poikkeaa nykyisestä toimintatavasta, joten käyttäjille on toteutettava koulutus järjestelmän käyttöön.

## **6.4 Kehitysehdotusten vaikutukset tiedon jakamisen kaavioihin**

Edellä esitellyn kehitysehdotusten mukaan kohdeyrityksen kannattaisi jakaa tuote- ja erityisesti suunnittelutietoa PDM-järjestelmästä suoraan extranetin kautta. Kyseinen tiedonjakotapa pärjäsikin tasaisesti jokaisessa vertailun kohdassa. Jotta tietoa voitaisiin jakaa sujuvasti kyseisellä toimintatavalla, tulisi yrityksen muuttaa tiedon varastointi PDM-järjestelmään projektikohtaisesti, jolloin käyttöoikeuksien määrittäminen jaetulle tiedolle olisi helpompaa. Kuvassa 29 on nähtävissä, kuinka tuotetietoa luodaan, siirretään ja varastoidaan kohdeyrityksen järjestelmissä. Kuvassa 30 on nähtävissä malli, kuinka tuotetietoa voitaisiin jakaa rungon valmistukseen ja ulkoistettuun loppukokoonpanoon.

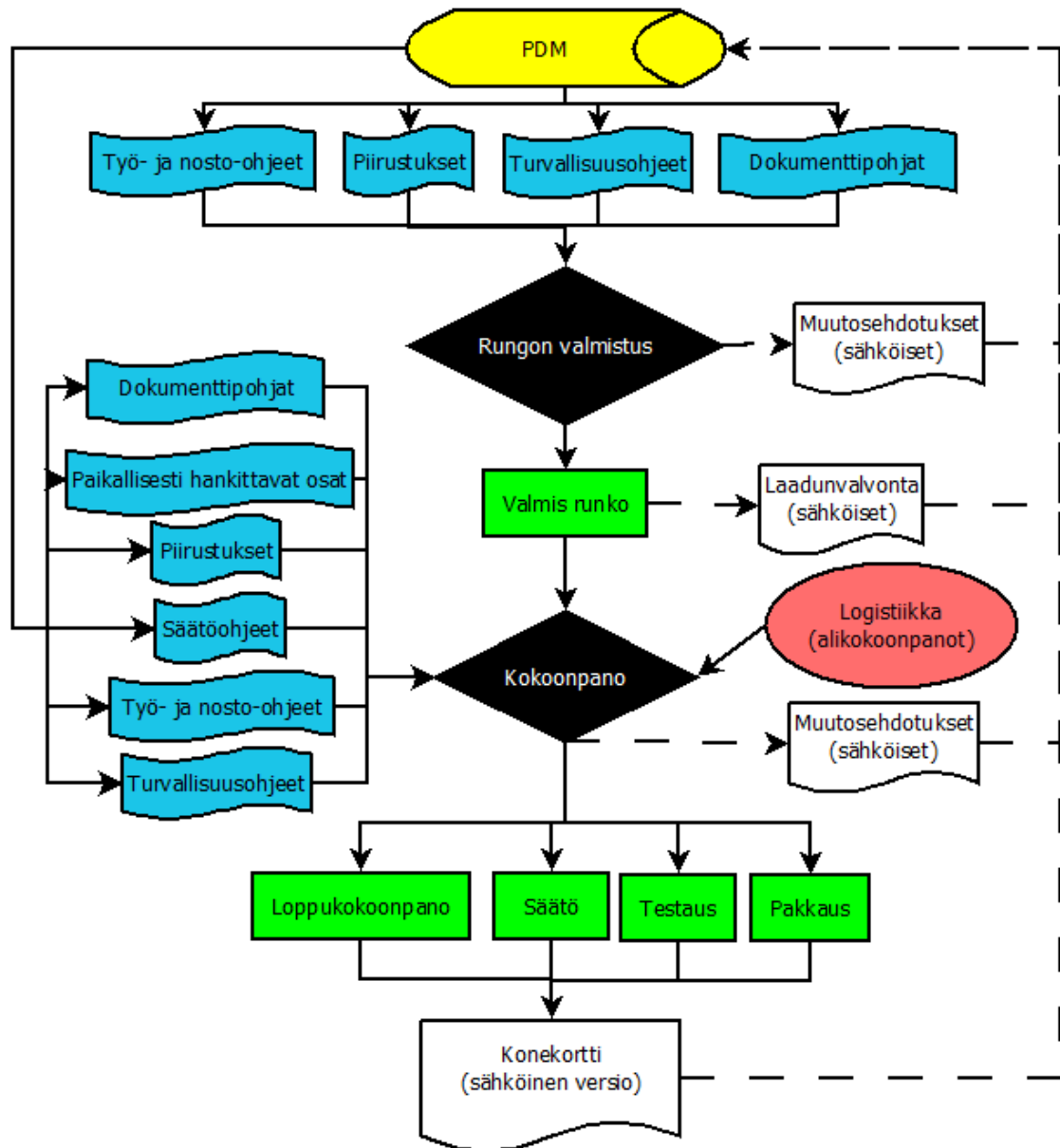


**Kuva 29. Tiedon jakaminen kohdeyrityksessä.**

Kuvassa 29 on nähtävissä suunniteltu malli tuotetiedon luomiseen ja varastointiin kohdeyrityksessä. Eroja tämän hetkiseen, kuvassa 19 esitettyyn malliin on monia. Seuraavaksi lueteltuna pääkohdat suurimmista eroista:

- Projektien tuotetietoa hallitaan ja varastoidaan verkkolevyn sijasta PDM-järjestelmällä
- Ulkoiselle toimittajalle toimitettavien ohjeiden määrää ja laatua parannetaan
- Kaikki dokumentit luodaan sähköiseen muotoon, tai vähintään skannataan, jotta kaikki projektikohtainen tieto saadaan PDM-järjestelmään
- PDM- ja ERP-järjestelmän välille muodostetaan integraatio, jonka tiedonsiirtoa ERP-järjestelmään hallitaan PDM-järjestelmän tilahallinnan avulla

Kuvassa 30 on nähtävissä, kuinka ulkoinen loppukokoonpano saa sille jaetun tuotetiedon käyttöönsä ja kuinka heidän suunnasta tulevat tuotetiedot varastoidaan kohdeyrityksessä.



**Kuva 30. Tiedon jakaminen ulkoiselle toimittajalle.**

Eroja tämän hetkiseen, kuvassa 20 esitettyyn malliin, on kuvan 30 ehdotuksessa monia. Kuvassa 30 on rungon valmistus ja loppukokoonpano esitetty erikseen, Villasen (2015) diplomityön kehitysehdotusten mukaisesti. Ulkoinen rungon valmistaja ja loppukokoonpano saavat ladattua tarvitsemansa tuotetiedon selainpohjaisesti extranetin välityksellä. Erilaisia tarjottavia dokumentteja on myös selkeästi nykyistä enemmän. Sähköiset muutosehdotukset ja laadunvalvontadokumentit ulkoinen toimittaja ja rungon valmistaja pystyvät täyttämään tarjottuihin dokumenttipohjiin. Tämän jälkeen he pystyvät jakamaan ne kohdeyrityksen PDM-järjestelmään extranetin välityksellä.

Ilmoitus lisätystä tiedosta tulee tuotantopäällikölle, tai jollekin muulle valitulle henkilölle. Muutosehdotuksissa tuotantopäällikkö voi PDM-järjestelmän muutoshallinnan avulla siirtää ehdotuksen esimerkiksi kyseisen projektin suunnittelijalle työjonoon.

## 7. TARVITTAVIEN JÄRJESTELMÄPROJEKTIEN ARVIOINTI

Tässä luvussa esitellään millaisia järjestelmäprojekteja tässä työssä esitetyt kehitysehdotukset vaativat. Lisäksi arvioidaan niiden hinta-hyötysuhdetta, mutta vain yleisellä tasolla, koska saadut tarjoukset olivat luottamuksellisia. Lopuksi esitellään myös tämän diplomityön aikana havaittuja muita kehitysehdotuksia, joiden tarkemmasta tutkimisesta yritys voisi hyötyä tulevaisuudessa.

### 7.1 Tarvittavien projektien hinta-hyötysuhteen arvioimista

Tässä työssä esitetyt kehitysehdotukset pystyisi ottamaan kohdeyrityksessä käyttöön, jos nykyinen PDM-järjestelmä päivitetään sellaiseen versioon, jolla pystytään paremmin hallitsemaan dokumentteja. Järjestelmätoimittajan (Modultek palaveri 2015) arvioiden mukaan, tässä diplomityössä esitellyt kehitysehdotukset saataisiin täysipainoisesti käyttöön päivittämällä nykyinen PDM-järjestelmä uudempaan versioon. Heidän alustava tarjouksensa on luottamuksellinen, joten tarkkoja hintoja ei voida tässä työssä julkisesti esittää. Tarjous kuitenkin sisältää 40 käyttäjälisenssiä, joista ulkoiseen käyttöön lisenssejä on kyseisessä suunnitelmassa varattu noin 10 kappaletta. Kyseinen tarjous sisältää myös yksisuuntaisen integroinnin PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään. Pk-yrityksen näkökulmasta, kyseinen investointi on suhteellisen mittava, eikä varaa virheellisiin päätöksiin ole. Yritys saavuttaisi muutoksilla kuitenkin merkittäviä parannuksia projektikohtaiseen dokumenttien hallintaan – riippumatta siitä, tapahtuuko loppukokoonpano kohdeyrityksessä tai ulkoisella toimittajalla. Tuotetiedon tuottaminen toteutettaisiin samalla tavalla molemmissa tapauksissa, jolloin prosessit pysyisivät pääpiirteissään samanlaisina.

Myös automaatio suunnitteluohjelman (E3) ja PDM-järjestelmän välille olisi hyvä luoda vähintään yhteyslinkki. Tällöin mekaniikkasuunnittelun ei tarvitsisi tehdä uudestaan työtä, jonka automaatio suunnittelu on jo tehnyt. Mekaniikkasuunnittelijat eivät tunne kovinkaan hyvin automaatio-osia, joten on paljon järkevämpää, että automaatio suunnittelu myös lisää ne rakenteelle. Kyseisellä linkillä voitaisiin vähentää suunnitteluvirheiden riskiä, joita nykyinen toimintatapa sisältää. Modultek arvioi projektin kestoajaksi 5–10 työpäivää.

Lisäksi ERP-järjestelmään tarvittaviin muutoksiin tarvitaan oma projekti. Projektissa tulisi kartoittaa ja valita keino, jolla osittainen rakenteen siirtäminen PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään mahdollistetaan. Ominaisuudella voitaisiin vähentää



nykyisen toimintatavan aiheuttamia riskejä hankinnassa sekä tilaus-toimitusprosessia voitaisiin nopeuttaa.

Tässä työssä ei tarvinnut ottaa kantaa tarkkoihin lukuihin, joita voidaan saavuttaa ottamalla käyttöön kehitysehdotukset. Kehitysehdotuksilla saavutetaan kuitenkin monia hyötyjä, jotka sijoittuvat suunnittelun ja tuotannon väliseen alueeseen. Kehitysehdotuksilla projektien tietoa hallitaan paremmin ja tuotetun suunnittelu- ja tuotetiedon laatu saadaan paremmaksi. Lisäksi suunnittelu- ja tuotantovirheet huomataan aiemmin ja niihin pystytään reagoimaan nopeammin. Kun edellä mainittuja asioita saadaan parannettua, säästöt näkyvät kohdeyritykselle konkreettisesti vähempinä tuotantovirheinä. Lisäksi, niiden avulla PDM-järjestelmän perusta saataisiin vankemmaksi, jolloin siihen olisi tulevaisuudessa helpompi jatkokehittää yrityksen tuotetiedon hallintaa.

## **7.2 Muita havaittuja kehityskohteita**

Tulevaisuudessa kohdeyrityksen tulisi keskittyä vaunun rungon suunnittelu- ja erityisesti mallinnusongelmien ratkaisemiseen. Jos rungon rakenteen mittoja voitaisiin muuttella parametrisesti niin, ettei rakenne hajoa, voitaisiin vaunun runko suunnitella paljon nykyistä nopeammin. Lisäksi nostosiirtovaunun modulaarisuutta kehittämällä voitaisiin säästää selkeästi aikaa varsinkin suunnittelussa. Yksi tällainen kohde on nykyinen ohjauslaatikko, joka täytyy suunnitella joka kerta uudestaan, koska sen sisältämät komponentit vaihtelevat asiakaskohtaisesti.

Järjestelmätasolla PDM-järjestelmään avautuu järjestelmäpäivityksen avulla todella paljon kehitysmahdollisuuksia, joita tulisi tutkia tarkemmin. Yksi arvokas kehityskohde yritykselle voisi olla ennakoiva huoltotoiminta. Nostosiirtovaunun yhteyteen voisi asentaa lähettimen, joka lähettää tietoa kohdeyritykselle esimerkiksi ajotunneista, tai järjestelmän havaitsemista vioista. Kerättyjen tietojen avulla kohdeyritys voisi esimerkiksi tarjota ennakoivasti huoltopaketteja käyttäjille.

Kohdeyritys voisi vähentää suunnitteluvirheitä sekä nopeuttaa tilaus-toimitusprosessia ottamalla käyttöön myynti- sekä suunnittelukonfiguraattorin. Ensin tulisi kuitenkin jossain määrin vakioida päätuotteiden rakenteet ja luoda tuoteperheen päämallit. Tämän jälkeen päämalleista voitaisiin tutkia yhtenevät rakenteet, jotka voitaisiin tuoda ilman erillistä suunnittelua ERP-järjestelmään. Konfiguraattorien määrittäminen ja käyttöön saaminen tulee kuitenkin olemaan aikaa vievä prosessi, koska nykyisiä käytäntöjä pitäisi muuttaa paljon.

## 8. YHTEENVETO

Tämän diplomityön tarkoituksena oli kehittää pk-yrityksen tuotetiedon hallintaa. Erityisesti tavoitteena oli kehittää tuotetiedon hallintaa kohdeyrityksen ja ulkoisen loppukokoonpanon välillä. Tämän työn johdannossa määriteltiin kolme (3) kysymystä joihin tässä työssä tuli vastata, jotta työtä voitaisiin pitää onnistuneena.

*Ensimmäiseksi* tuli määrittää, miten tuotetietoa kannattaisi jakaa kohdeyrityksestä ulkoiseen loppukokoonpanoon. Luvussa 6.2 tutkittiin ja vertailtiin erilaisia vaihtoehtoja sähköisen tuotetiedon jakamiseen. Parhaiten kohdeyrityksen tarpeisiin soveltui PDM extranet. Se sai vertailussa parhaimmat pisteet sekä pärjasi jokaisella osa-alueella tasaisen hyvin. PDM extranetin avulla voitaisiin tuotetiedon jakaminen toteuttaa molempiin suuntiin kohdeyrityksen ja ulkoisen yhteistyökumppanin välillä. Luvussa 6.4 esiteltiin tiedonkulkukaaviot, joista voidaan tarkemmin nähdä kuinka tuotetieto voisi liikkua kohdeyrityksestä yhteistyökumppaneille ja sieltä takaisin.

*Toiseksi* tuli määrittää, mitä tuotetietoa kohdeyrityksen pitäisi jakaa ulkoiseen loppukokoonpanoon. Jotta tuotteiden laatu pystytään turvaamaan myös niissä tilanteissa, kun loppukokoonpanon tekee ulkoinen toimittaja, tulisi jaettavaa tuotetietoa olla selkeästi nykyistä enemmän. Luvussa 6.3. käsiteltiin millaista tuotetietoa ja dokumentteja yrityksen tulisi jakaa rungon hitsaajalle ja millaista ulkoiseen loppukokoonpanoon. Ehdotetun mukaisten tuotetietokokonaisuuksien muodostaminen vaatii kuitenkin aikaa ja useita projekteja, jotta niiden laatu saadaan tarpeeksi hyväksi. Lisäksi on suositeltavaa, että ulkoisessa loppukokoonpanossa ja rungon hitsauksessa on ohjaavia henkilöitä paikalla kohdeyrityksestä.

*Lopuksi* tuli tutkia kohdeyrityksen sisäisiä tuotetiedon hallintaan liittyviä ongelmia, jotka vaikuttavat myös jaettavan tuotetiedon laatuun. Lisäksi tässä työssä tuli esittää kehitysehdotuksia havaittuihin ongelmiin. Diplomityön aikana havaittiin kohdeyrityksessä todella paljon erilaisia tuotetiedon hallintaan liittyviä ongelmia. Luvussa 5 on listattuna ne ongelmat, jotka ovat kiireellisimpiä korjata, jotta tuotetiedon jakaminen ulkoiseen käyttöön olisi mahdollista ja jaettu tieto laadukasta. Luvussa 6.1 on esiteltynä ratkaisuehdotuksia ja -malleja esiteltuihin ongelmiin. Monet havaituista ongelmista saataisiin korjattua keskittämällä projektien tuotetiedon hallinta PDM-järjestelmään, tai ainakin niiden ratkaisu olisi tämän jälkeen helpompaa.

Kaikkiin diplomityön alussa määriteltyihin kysymyksiin saatiin tässä työssä vastattua, joten diplomityötä voidaan pitää onnistuneena. Lisäksi benchmark-vierailun avulla pystyttiin useita kehitysehdotuksia varmistamaan toimiviksi myös käytännössä. Tässä

työssä esitetyt kehitysehdotukset vaativat useita erilaisia järjestelmiin liittyviä projekteja. Ongelmakohteiden ratkaisuehdotukset vaativat erityisesti PDM-järjestelmän uusimista. Diplomityössä ei tarvinnut ottaa kantaa mihin PDM-järjestelmään kohdeyrityksen tulisi siirtyä, mutta käytännöllisin ja helpoin ratkaisu yrityksen kannalta olisi siirtyä käyttämään Aton PDM-järjestelmää. Kyseinen järjestelmä on nykyisen SolidPDM-järjestelmän taustalla nykyäänkin käynnissä, mutta sitä ei käytetä. Jos Aton otetaan käyttöön, vaatii se kuitenkin järjestelmäpäivityksen, jotta tämän työn kehitysehdotukset voitaisiin ottaa siinä käyttöön. Kyseinen ja muut ehdotetut projektit, olisivat kuitenkin yrityksen kannalta järkevä toteuttaa, koska niiden avulla yritys saavuttaisi kustannussäästöjä erityisesti vähempien tuotantovirheiden muodossa.

Tehty diplomityö oli monilta osin haastava, mutta myös opettavainen. Diplomityössä ongelmia aiheutti erityisesti aiheen rajaaminen sopivan laajuiseksi. Lisäksi haasteita aiheutti kohdeyrityksen tuotetiedon hallinnassa havaittujen erillisten ongelma-kohtien suuri määrä. Tarkempien rajoitusten ansiosta työ kuitenkin valmistui annetun aikataulun puitteissa.

## LÄHTEET

Anttila, J. (2001). Dokumenttien hallinta. Oy Edita AB, Helsinki. 204 s.

Anttila, P. (1996). Tutkimisen taito ja tiedonhankinta – Taito-, taide- ja muotoilualojen tutkimuksen työvälineet. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 488 s.

Aton. (2015). Aton – Tuotteen elinkaaren hallintaan. [WWW]. [Viitattu 9.12.2015]. Saatavissa: <http://www.modultek.com/fi/tuotteet/aton---uusi/aton---.html>

Bergsjö, J., Malmqvist, J. & Ström, M. (2006). Architectures for Mechatronic Product Data Integration In PLM Systems. s.1065–1076.

Crnkovic, I., Asklund, U. & Persson, A. (2002). Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management. Norwood, MA, USA: Artech House, 2002. [WWW]. [Viitattu 11.6.2015]. Saatavissa:

<http://site.ebrary.com.libproxy.tut.fi/lib/ttyk/reader.action?docID=10082044>

Dropbox. (2015). Dropbox Business security – A Dropbox whitepaper. 23s. [WWW]. [Viitattu 24.11.2015]. Saatavissa:

[https://www.dropbox.com/static/business/resources/Security\\_Whitepaper.pdf](https://www.dropbox.com/static/business/resources/Security_Whitepaper.pdf)

Feilner, M. & Graf, N. (2009). Beginning OpenVPN 2.0.9 : Build and Integrate Virtual Private Networks using OpenVPN. 339 s. [WWW]. [Viitattu 16.11.2015]. Saatavissa:

<http://site.ebrary.com/lib/ttyk/detail.action?docID=10448346>

Goehring, U. (2012). SAP ERP Manufacturing – Production Planning (SAP PP). [WWW]. [Viitattu 16.11.2015]. Saatavissa:

<http://scn.sap.com/community/erp/manufacturing-pp/blog/2012/07/06/mts-mto-ato-cto-eto-strategies-to-connect-sales-with-production>

Goodrich, R. (2015). SWOT Analysis: Examples, Templates & Definition. Business News Daily. [WWW]. [Viitattu 20.12.2015]. Saatavissa:

<http://www.businessnewsdaily.com/4245-swot-analysis.html>

Harlou, U. & Mortensen, N. (2006). Developing product families based on architectures. Technical University of Denmark. [WWW]. [Viitattu 23.10.2015]. Saatavissa: <http://orbit.dtu.dk/files/6340000/Ulf%20Harlou.pdf>

- Heikkinen, H.L.T., Rovio, E. & Syrjälä, L. (2007). Toiminnasta tietoon – toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat. Dark Oy, Vantaa. 218s.
- Hyysalo, S. (2006). Käyttäjätieto ja käyttäjätutkimuksen menetelmät. Edita Prima Oy. 319 s.
- Hyysalo, S. (2009). Käyttäjä tuotekehityksessä: Tieto, tutkimus, menetelmät. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu. 320s.
- Kaario, K. & Peltola, T. (2008). Tiedonhallinta, avain tietotyön tuottavuuteen. 1. painos, WS bookwell, Porvoo. 164 s.
- Kohdeyritys. (2012). Laatu- ja toimintaohjeet. Saatavissa rajoitetusti: T:\07\_Laatu ja Toimintaohjeet\072\_Prosessit.
- Kuusinen, J. (2010). Diplomityö: Tuotetiedon hallinnan kehittäminen pk-yrityksessä. Tampereen Teknillinen Yliopisto. 76s.
- Kyrö, P. (2003). Tutkimusprosessi valintojen polkuna. Saarijärven Offset Oy. 164s.
- Lais, S. (2010). File Transfer Protocol. [WWW]. [Viitattu 25.11.2015]. Saatavissa: [http://www.nelliportaali.fi/V/X82H8SV4JH7IBN5KIRMH3CPQCTBX1JM4DYXR2S SXA89N6XD1NK-08690?func=quick-3&short-format=002&set\\_number=081205&set\\_entry=000001&format=999](http://www.nelliportaali.fi/V/X82H8SV4JH7IBN5KIRMH3CPQCTBX1JM4DYXR2S SXA89N6XD1NK-08690?func=quick-3&short-format=002&set_number=081205&set_entry=000001&format=999)
- M-Files. (2015). Ohjelman ominaisuudet. [WWW]. [Viitattu 14.12.2015]. Saatavissa: <https://www.m-files.com/fi/top-ecm-features-new>
- Mushfiqu, R. (2012). The Cloud vs FTP: Will FTP Survive? [WWW]. [Viitattu 25.11.2015]. Saatavissa: <http://www.techetron.com/3457/the-cloud-vs-ftp-will-ftp-survive/>
- Oracle. (2010). Understanding the FTP Binding Component. [WWW]. [Viitattu 25.11.2015]. Saatavissa: [https://docs.oracle.com/cd/E19509-01/821-0021/fbindftpctut\\_intro/index.html](https://docs.oracle.com/cd/E19509-01/821-0021/fbindftpctut_intro/index.html)
- Oscar. (2015). Oscar ERP-ratkaisut. [WWW]. [Viitattu 9.12.2015]. Saatavissa: <https://www.oscar.fi/ratkaisut>
- Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. (2002). PDM-Tuotetiedon hallinta. 1. painos, Edita Prima Oy, Helsinki. 169s.
- SFS-EN ISO 9001. (2008). Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 69s.

Snell, J. (2010). DROPBOX. [WWW]. [Viitattu 24.11.2015]. Saatavissa: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=10a8dad4-5f4a-4841-98a8-f6a1356e76a7%40sessionmgr4003&vid=0&hid=4201&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=47393878&db=bth>

SolidPDM. (2015). SolidPDM suunnitteludatan hallintaan. [WWW]. [Viitattu 14.12.2015]. Saatavissa: <http://www.modultek.com/upload/esitteet/solidpdm-esite.pdf>

Sääksvuori, A. & Immonen, A. (2002). Tuotetiedonhallinta PDM. Talentum Media Oy. 193s.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. (2008). Product Lifecycle Management. [WWW]. [Viitattu 8.6.2015]. Saatavissa:

<http://link.springer.com.libproxy.tut.fi/book/10.1007%2F978-3-540-78172-1>

Ulrich, S. & Volker, W. (2008). CAD and PDM: Optimizing Processes by Integrating Them. ISBN: 978-3-446-41327-6. 263s.

Villanen, T. (2015a). Diplomityö: Siirtovaunujen loppukokoonpanon ulkoistusprosessin kehittäminen. Tampereen Teknillinen Yliopisto. 74s.

Yegulalp, S. (2012). 10 file-sharing options: Dropbox, Google Drive and more. [WWW]. [Viitattu 23.11.2015]. Saatavissa:

<http://www.computerworld.com/article/2505487/web-apps/web-apps-10-file-sharing-options-dropbox-google-drive-and-more.html>

## **YRITYKSEN SISÄISET HAASTATTELUT**

**Hankinta. (21.5.2015 ja 13.11.2015). Haastattelija Olli, H.**

Villanen, T. (2015b).

**Huolto. (20.5.2015 ja 13.9.2015). Haastattelija Olli, H.**

Miettunen, J. (2015).

**Kokoonpano. (21.5.2015 ja 12.9.2015). Haastattelija Olli, H.**

Erkkilä, V., Koistinen, A., Konttila, T. & Puurula, A. (2015).

**Myynti. (20.5.2015 ja 10.11.2015). Haastattelija Olli, H.**

Kukkola, H., Paunonen, T. & Vallius, M. (2015).

**Suunnittelu (19.5.2015 ja 24.9.2015). Haastattelija Olli, H.**

Laitinen, T., Puhakainen, J., Rinta-koski, M., Siintoharju, A. & Vehmas, M. (2015).

**Toimitusjohtaja (18.5.2015 ja 25.9.2015). Haastattelija Olli, H.**

Mäkinen, O. (2015).

**Tuotanto- ja suunnittelupäällikkö. (21.5.2015 ja 13.11.2015). Haastattelija Olli, H.**

Koivunen, A. (2015).

## MUUT LÄHTEET

Benchmark. (2015). Paikalla kohdeyrityksestä: Olli, H. & Koivunen, A. 17.12.2015.

M-Files seminaari. (2015). Tiedon hallinnan seminaari. Helsinki. 16.9.2015.

Modultek palaveri. (2015). Ratkaisumallien läpikäynti. 24.9.2015.

Modultek seminaari. (2015). Asiakaspäivät – Tulevaisuuden PDM-järjestelmien ominaisuudet. Helsinki. 28.10.2015.



# LIITE A: SUUNNITTELUN JA KOKOONPANON VÄLINEN PROSESSIKUVAUS

